



Planta de Produção de Anilina

Autores

Francisco Agostinho do Nascimento Júnior

Gabriel Guimarães de Araújo

Jordana Tavares da Silva

Kacnny de Matos Carvalho

Lorrayne Lins Suzuki

Orientador: José Joaquin Linares León

Brasília, 28 de novembro de 2016

Agradecimentos

Somos gratos as nossas famílias pelo suporte e apoio dado ao longo de nossas vidas. Também pela compreensão na ausência em períodos mais conturbados dos últimos nove semestres do curso de engenharia química.

Ao prof. José Joaquín pelo apoio e acompanhamento desde o primeiro semestre de curso até hoje, sendo orientador tanto em Projetos 1 e em Projetos 2. Agradecemos a paciência ao tirar nossas dúvidas e nos dar direcionamentos.

Ao prof. Fabricio pelo apoio e acompanhamento desde o primeiro semestre de curso até hoje, sempre se mostrando solícito na hora de tirar dúvidas e também de conversar sobre a vida. Agradecemos a dedicação, sempre tirando nossas dúvidas do projeto, passando muito conhecimento e experiências para nós.

Aos nossos amigos, feitos durante o curso de engenharia química e que fizeram com que nossa trajetória, embora difícil, fosse mais propícia a momentos de muita felicidade ao longo do curso. Em especial aos integrantes da 2ª turma de engenharia química da UnB (2/2012) e agregados (1ª turma) pelo espírito de companheirismo, nunca negando ajuda e sempre tentando construir conhecimento de forma conjunta.

Sumário

1. Introdução.....	3
1.1. Histórico	3
1.2. Propriedades Físico - Químicas	5
1.3. Produção.....	6
1.4. Aplicações.....	7
1.4.1. Metileno Difenil Diisocianato (MDI)	8
1.4.2. Corantes e pigmentos.....	8
1.4.3. Produtos agrícolas.....	8
1.4.4. Produtos farmacêuticos	8
1.4.5. Polímeros	8
1.5. Mercado	10
2. Especificações do Projeto.....	10
2.1. Caso de Projeto	11
2.2. Materiais Disponíveis	11
2.3. Serviços Auxiliares	11
2.4. Especificação do Produto.....	11
3. Descrição do Processo	12
4. Folhas de Especificação de Balanço de Massa e Energia	15
5. Folhas de Especificação de Recipientes, Torres e Reatores.....	39
6. Folhas de Especificação de Trocadores de Calor	50
7. Folhas de Especificação de Compressores	68
8. Folhas de Especificação de Bombas.....	69
9. Folhas de Especificação de Tubulações.....	93
10. Folhas de Especificação de Instrumentação e Controle.....	97
11. Folhas de Especificação de Válvulas de Segurança	122
12. Alarmes e Travas	131
13. Diagramas Mecânicos de Processo	134
14. Investimentos, Rendas, Custos e Rentabilidade	137
14.1. Nível de Acurácia.....	137
14.2. Sumário das Correlações Utilizadas para Cálculo de Custo	137
14.2.1. Trocadores de Calor	138
14.2.2. Compressores e Bombas	140
14.2.3. Vasos, Colunas e Reatores	141

14.2.3.1.	Pratos da Coluna de Destilação e Recheios	142
14.3.	Estimativa do Custo Operacional.....	144
14.3.1.	Estimativa do Imobilizado	144
14.3.2.	Estimativa do Capital	147
14.3.3.	Capital de Giro.....	148
14.3.4.	Custo Total do Investimento	149
14.3.5.	Consumos Auxiliares	149
14.3.6.	Sumário de Operação.....	151
14.4.	Fluxo de Caixa e Análise da Rentabilidade do Processo	152
14.4.1.	Cálculo das Vendas Anuais	152
14.4.2.	Cálculo de Taxa Interna de Rentabilidade (TIR).....	156
15.	Anexos	159
15.1.	Leito Fluidizado.....	159
15.2.	Separador Trifásico (C-2) e acumuladores (C-3, C-5, C-6 e C-8) 162	
15.2.1.	Separador Trifásico (C-2)	162
15.2.2.	Acumulador para alimentação da coluna C-4 (C-3).....	163
15.2.3.	Acumulador da coluna C-4 (C-5)	164
15.2.4.	Acumulador para alimentação da coluna C-7 (C-6).....	165
15.2.5.	Acumulador da coluna C-7 (C-8)	165
15.3.	Colunas de desidratação (C-4) e enriquecimento (C-7) da Anilina 166	
15.3.1.	Coluna de desidratação (C-4).....	166
15.3.2.	Coluna de enriquecimento (C-7).....	169
15.4.	Trocadores de Calor	171
15.5.	Bombas	173
15.6.	Estratégias de Controle	178
16.	Referências Bibliográficas	181

1. Introdução

A anilina (também chamada aminobenzeno e fenilamina) é uma substância da família das aminas, sendo a amina aromática primária mais simples possível, de fórmula molecular $C_6H_5NH_2$.^[1]

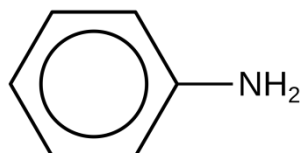


Figura 1. Estrutura molecular da anilina.

Atualmente, a anilina é um importante precursor de mais de 300 produtos diferentes, dentre os quais se encontram fármacos, inseticidas, herbicidas, antidegradantes, antioxidantes e corantes.^[2,3]

1.1. Histórico

Civilizações antigas utilizaram diversos tipos de matéria animal, vegetal e mineral a fim de produzir corantes duráveis para uso em vestimento; há evidências de fibras tingidas datadas de mais de 30000 anos atrás^[4]. O comércio de tecidos roxos era um importante pilar da economia fenícia, e contribuiu para o desenvolvimento de rotas comerciais na região do Mediterrâneo, cerca de dois milênios atrás; os processos de produção dos corantes da época eram secretos a ponto de terem se perdido.^[5]

Com a ascensão do Império Romano, o comércio entre Oriente e Ocidente se intensificou, e no século V, corantes, tecidos, especiarias e fragrâncias oriundos da China e Índia eram comuns na Europa. Já nos séculos finais da Idade Média, era grande o volume de produtos do Oriente trazidos em função das 15633924,31 Cruzadas. O pigmento derivado da planta *Indigofera tinctoria*, conhecido há milênios na Índia, era de grande valor para os tintureiros europeus, que o chamavam *éndego*.^[5,6]

Após a Idade Média, as potências europeias passaram a dominar o comércio no mundo; houve, mais uma vez, um grande aumento da demanda de

bens importados, incluindo corantes e tecidos. Porém, o custo de importação desses produtos das Índias era proibitivo, e não havia alternativas de produção naturais na Europa. Somente a partir século XIX, entretanto, o conhecimento científico era avançado o suficiente para possibilitar a produção sintética de corantes. [5]

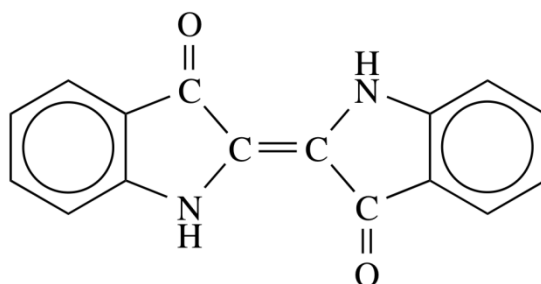


Figura 2. Estrutura molecular do índigo.

O corante índigo foi um dos primeiros a serem estudados sistematicamente, e foi o estopim para a descoberta do intermediário de muitos corantes, a anilina. Em 1826, o químico alemão Otto Unverdorben isolou a molécula a partir da degradação do corante; como consequência, a anilina passou a ser usada por diversos cientistas como precursora de corantes. Entretanto, só após o desenvolvimento da nitração do benzeno por Zinin e Hoffman, em 1845, abriu-se o caminho para a produção em larga escala de corantes sintéticos baseados na anilina. O benzeno, por sua vez, havia sido descrito em 1825 por Faraday; Mansfield determinou que o alcatrão de carvão era uma fonte abundante da substância em meados da década de 1840. [6]

O estudante de química William Henry Perkin, de 18 anos à época, acidentalmente descobriu o corante anilina púrpura, ou mauveína, em 1856, patenteando-o no mesmo ano^[7,8]. A produção industrial de corantes por Perkin e outros fez da anilina a primeira substância orgânica sintetizada em larga escala, com o benzeno oriundo do alcatrão como ponto de partida. [9]

O sucesso alcançado pela produção em escala industrial deste derivado da anilina impulsionou os esforços científicos na busca pela produção de corantes sintéticos, e popularizou a anilina como a substância de partida para tais investigações. Nos primeiros anos da década de 1860, já eram conhecidos processos que levavam a corantes vermelhos, verdes e azuis. [8]

1.2. Propriedades Físico - Químicas

Em condições normais de temperatura e pressão, a anilina é um líquido oleoso incolor, que adquire coloração marrom quando exposto ao ar ou à luz. Parcialmente solúvel em água, é miscível com diversos solventes orgânicos, como etanol, acetona e benzeno. [2]

Tabela 1. Propriedades Físicas da Anilina. [1,2]

Massa molecular	93,13
Temperatura de ebulição (101.3 kPa)	184,4 °C
Temperatura de ebulição (4.4 kPa)	92 °C
Temperatura de ebulição (1.2 kPa)	71 °C
Temperatura de fusão	-6,2 °C
Ponto de fulgor	76 °C
Temperatura de ignição	540 °C
Densidade (20 °C)	1,022 g/cm ³
Densidade (60 °C)	0,990 g/cm ³
Viscosidade (20 °C)	4,35 mPa·s
Viscosidade (60 °C)	1,62 mPa·s
Solubilidade (anilina em água, 20 °C)	3,6%
Solubilidade (água em anilina, 20 °C)	5,5%
Calor específico (25 °C)	2,1 J/g·K
Entalpia de vaporização	478,6 J/g
Calor de combustão	36,4 kJ/g
Temperatura crítica	425,6 °C
Pressão crítica	5,3 MPa

A anilina trata-se de uma base fraca, com pH = 4,6, devido ao par de elétrons livres do átomo de nitrogênio ser parcialmente deslocalizado em relação ao anel aromático. [10] A anilina forma sais estáveis e solúveis com ácidos fortes, como os ácidos hidrolórico e sulfúrico; a formação de sulfato de anilina é uma estratégia usada para proteger o grupo o grupo amina da oxidação possível em certas etapas reativas. [2] A figura 3 esquematiza algumas das reações possíveis, tendo a anilina como ponto de partida.

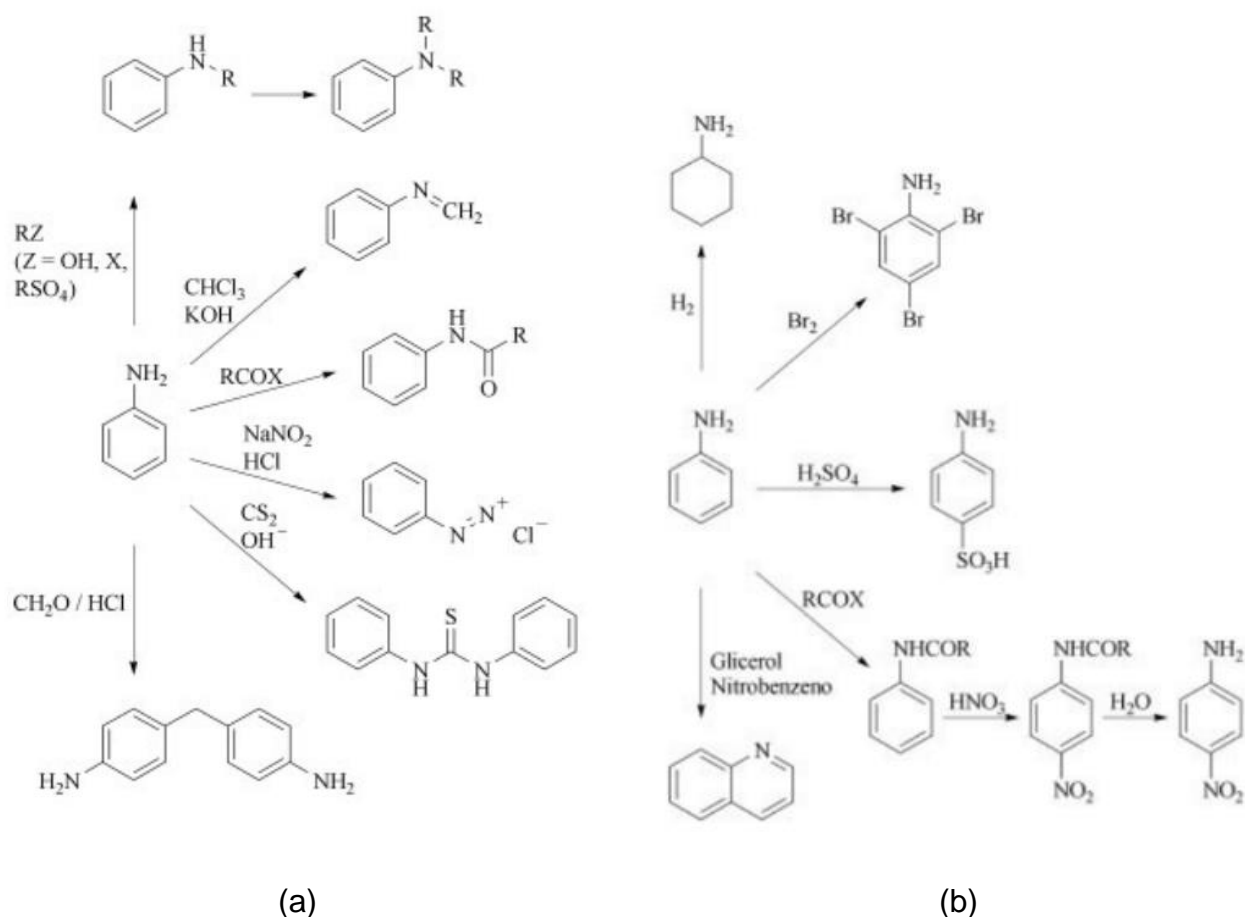


Figura 3. Reações do (a) grupo amina; (b) anel aromático.

1.3. Produção

Até a década de 1960, a produção de anilina era realizada majoritariamente em batelada, usando um tratamento ácido do nitrobenzeno, chamado redução de Béchamp, também utilizada para produção de outras aminas aromáticas. [11]

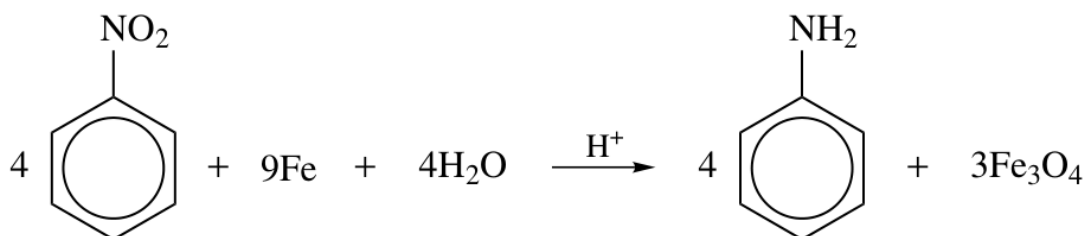


Figura 4. Redução de Béchamp.

A produção industrial de anilina de forma contínua, atualmente, é realizada majoritariamente por dois processos catalíticos com nitrobenzeno

como substância de partida, em fase vapor ou líquida; ambos os processos são altamente exotérmicos, sendo necessário controlar a temperatura. ^[9] Também existem outros processos que têm o fenol como ponto de partida, mas que são raramente utilizados. ^[2]

O processo em fase vapor pode ser realizado em leito fixo ou fluidizado; vantagens do uso de um leito fluidizado incluem melhor transferência de massa e calor, levando a uma temperatura mais uniforme, além de ser adequado à operação contínua. ^[9] Neste processo, o nitrobenzeno sofre hidrogenação através da reação com gás hidrogênio em excesso a temperaturas de 200 °C a 270 °C, com conversão de 98 a 99%. ^[2,9]

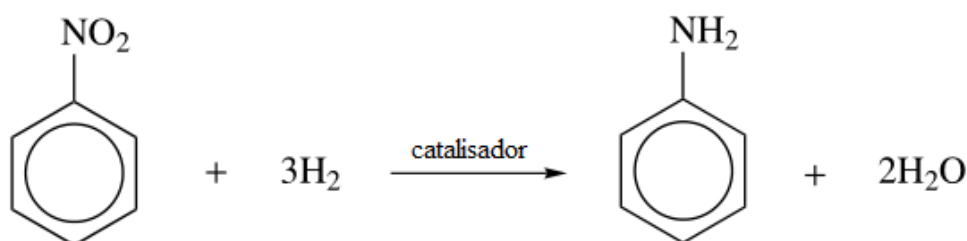


Figura 5. Rota sintética a partir do nitrobenzeno.

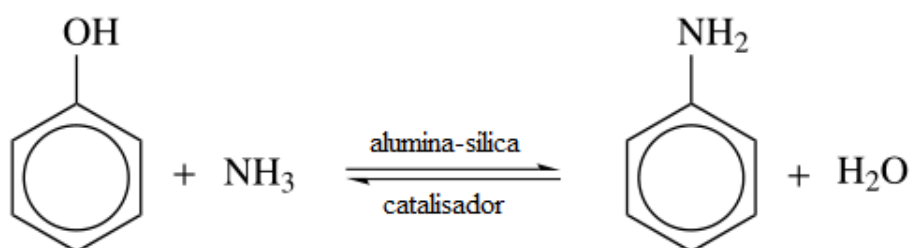


Figura 6. Rota sintética a partir do fenol.

1.4. Aplicações

Atualmente, a anilina é substância precursora de diversos produtos químicos, primariamente o metileno difenil diisocianato, ou MDI, por sua vez um precursor do poliuretano. ^[2,15] A anilina também é utilizada para a produção de vários tipos de corantes e pigmentos, produtos farmacêuticos, produtos agrícolas (herbicidas, fungicidas e inseticidas), artigos de borracha, explosivos e polímeros. ^[9]

1.4.1. Metileno Difenil Diisocianato (MDI)

O metileno difenil diisocianato ou MDI é um diisocianato aromático; para esta molécula, três isômeros são comuns, sendo o 4,4'-MDI o mais utilizado industrialmente. ^[9] O processo tradicional de produção tem como reagentes anilina e formaldeído na presença de ácido clorídrico, a pressão atmosférica e temperaturas de 70 °C a 120 °C. ^[2] O MDI é usado na síntese de poliuretano rígido; aproximadamente 0,616 toneladas de MDI e 0,386 toneladas de um poliol são necessárias para a produção de uma tonelada de poliuretano. ^[12] O poliuretano é utilizado como isolante térmico em diversas aplicações, na fabricação de móveis, e nas indústrias automotiva e de construção. ^[2,12]

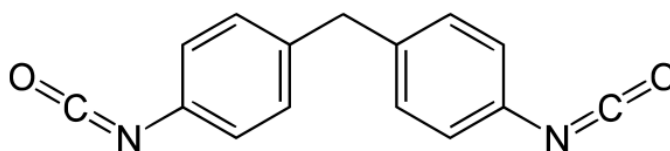


Figura 7. Estrutura molecular do MDI.

1.4.2. Corantes e pigmentos

O corante índigo segue sendo o mais importante produzido a partir da anilina; ademais, mais de 50% dos processos que têm a anilina como matéria-prima são intermediários na produção de corantes e pigmentos. ^[2]

1.4.3. Produtos agrícolas

Mais de 40 princípios ativos de herbicidas, fungicidas e inseticidas têm como precursor a anilina. Indústrias estadunidenses e canadenses consumiam mais de 50% da anilina destinada a este fim, em 1996. ^[2]

1.4.4. Produtos farmacêuticos

Na indústria farmacêutica, a anilina é utilizada para produzir analgésicos, antipiréticos, antialérgicos e vitaminas. O uso da substância nessa área vem perdendo espaço em função de rotas sintéticas bioquímicas, principalmente no que tange à produção de vitaminas. ^[2,9]

1.4.5. Polímeros

A polianilina, descrita pela primeira vez em 1862, passou a ser de grande interesse no final do século XX, quando da descoberta de sua alta condutividade

elétrica. ^[13,14] A polianilina tem forma geral que consiste de unidades básicas reduzidas ou oxidadas alternadas.

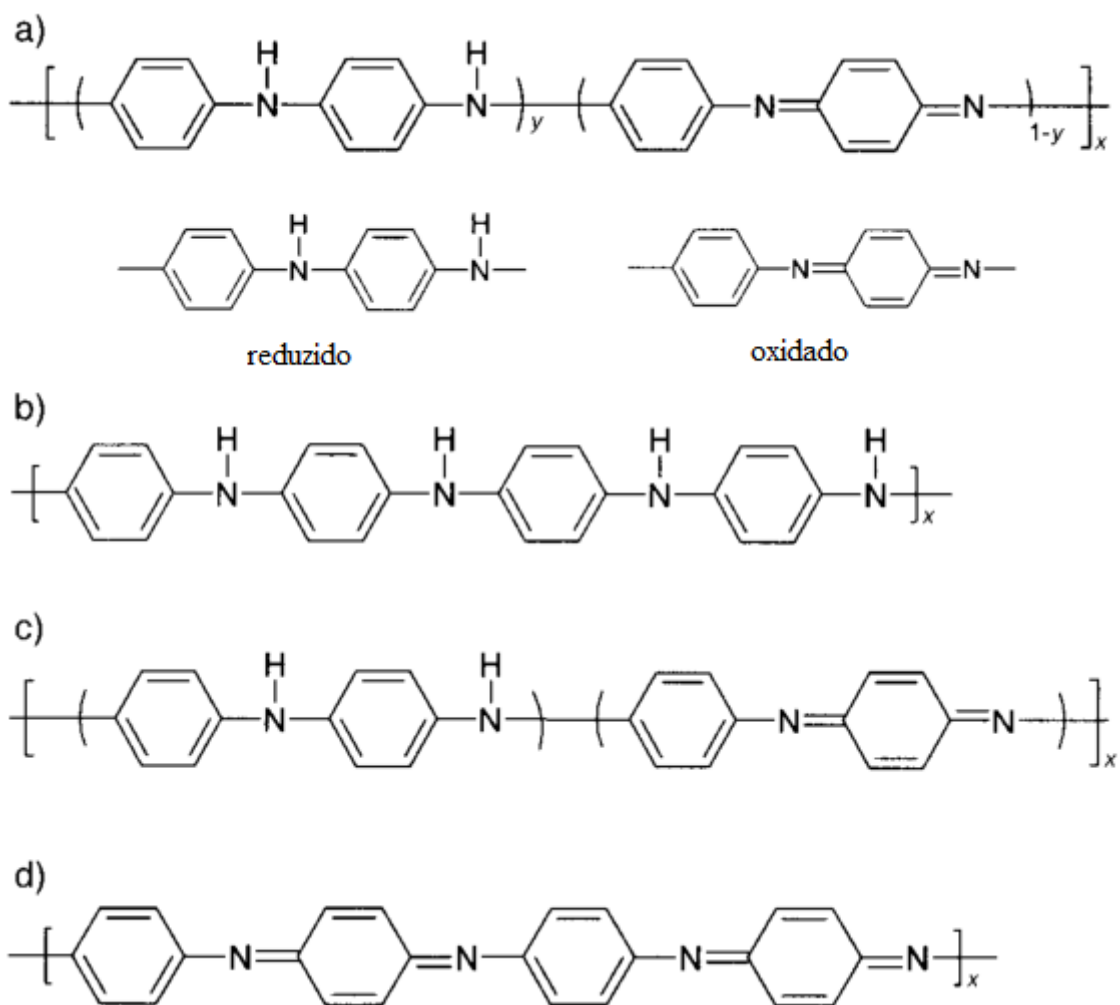


Figura 8. a) Estrutura geral da polianilina, b) leucoemeraldina, c) emeraldina e d) pernigranilina.

O grau de oxidação médio pode ser variado continuamente, gerando um polímero completamente reduzido, “meio-oxidado” ou completamente oxidado. Os termos leucoemeraldina, emeraldina e pernigranilina são utilizados para se referir a estes três estados da polianilina. ^[13] A polianilina, assim como outros polímeros condutores, tem potencial para aplicações devido a sua condutividade, flexibilidade mecânica e baixo custo de produção. Os diferentes estados de oxidação apresentam cores diferentes e respondem a dopagem com ácidos e bases de formas distintas, propriedade interessante para a produção de biossensores, supercapacitores e sensores de ácidos e bases. ^[9,13]

1.5. Mercado

O mercado mundial de anilina era de 9,75 bilhões de dólares em 2013; estimativas apontam um valor de 15,66 bilhões de dólares em 2020. Este crescimento é devido, principalmente, à crescente demanda por MDI, principalmente em mercados asiáticos; a produção de MDI corresponde a 75% do mercado mundial de anilina. Neste período, o pacífico asiático será a região em que o mercado terá maior desenvolvimento; países como o Brasil e a Austrália também contribuirão.

O mercado de anilina é bastante consolidado, com a presença de grandes conglomerados tradicionais como BASF, Bayer, Dow Chemical e Huntsman, assim como empresas asiáticas tais como a Wanhua Chemical Group e a Sumimoto Chemical; é um mercado caracterizado por fusões e aquisições.

Quanto ao uso final da anilina, o isolamento térmico correspondia a mais de 45% do valor de mercado em 2013, e deve crescer no período até 2020. Artigos de borracha devem ter menor fatia de mercado, dando lugar a embalagens e bens de consumo. Os bens de consumo serão a parcela de maior crescimento no período. ^[15]

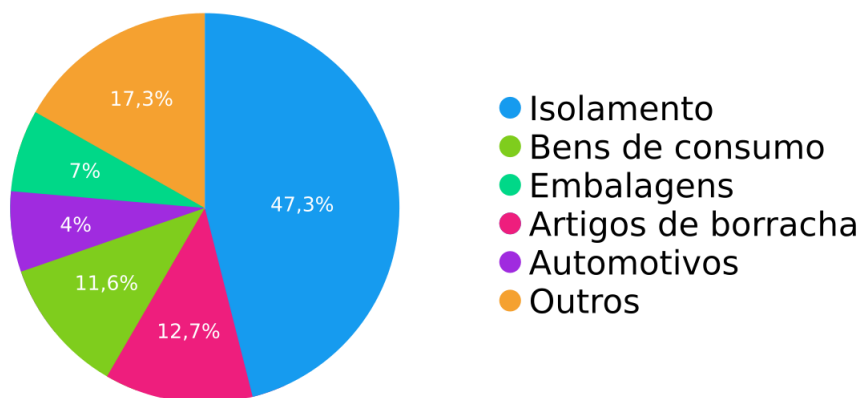


Figura 9. Participação no mercado de anilina por uso final em 2013.

2. Especificações do Projeto

2.1. Caso de Projeto

Planejamento e execução da Engenharia de Processos de uma planta de produção de anilina a partir da hidrogenação do nitrobenzeno consumindo anualmente 20000 toneladas de nitrobenzeno e operando durante 7500 horas por ano.

2.2. Materiais Disponíveis

- Nitrobenzeno a 1,01 bar;
- Hidrogênio com 95,5% de pureza a 4,46 bar;
- Catalisador de cobre suportado em sílica.

2.3. Serviços Auxiliares

Tabela 2. Propriedades da Água de Refrigeração.

Água de Refrigeração	
Temperatura de entrada (°C)	24
Temperatura de saída (°C)	49
Pressão do projeto (kg/cm ² g)	8

Tabela 3. Propriedades do Vapor Saturado.

Vapor Saturado		
	Média	Baixa
Temperatura (°C)	297	218
Pressão (kg/cm ² g)	16	4,5

2.4. Especificação do Produto

Anilina 99,9% w/w no mínimo e água 0,05% w/w máximo.

3. Descrição do Processo

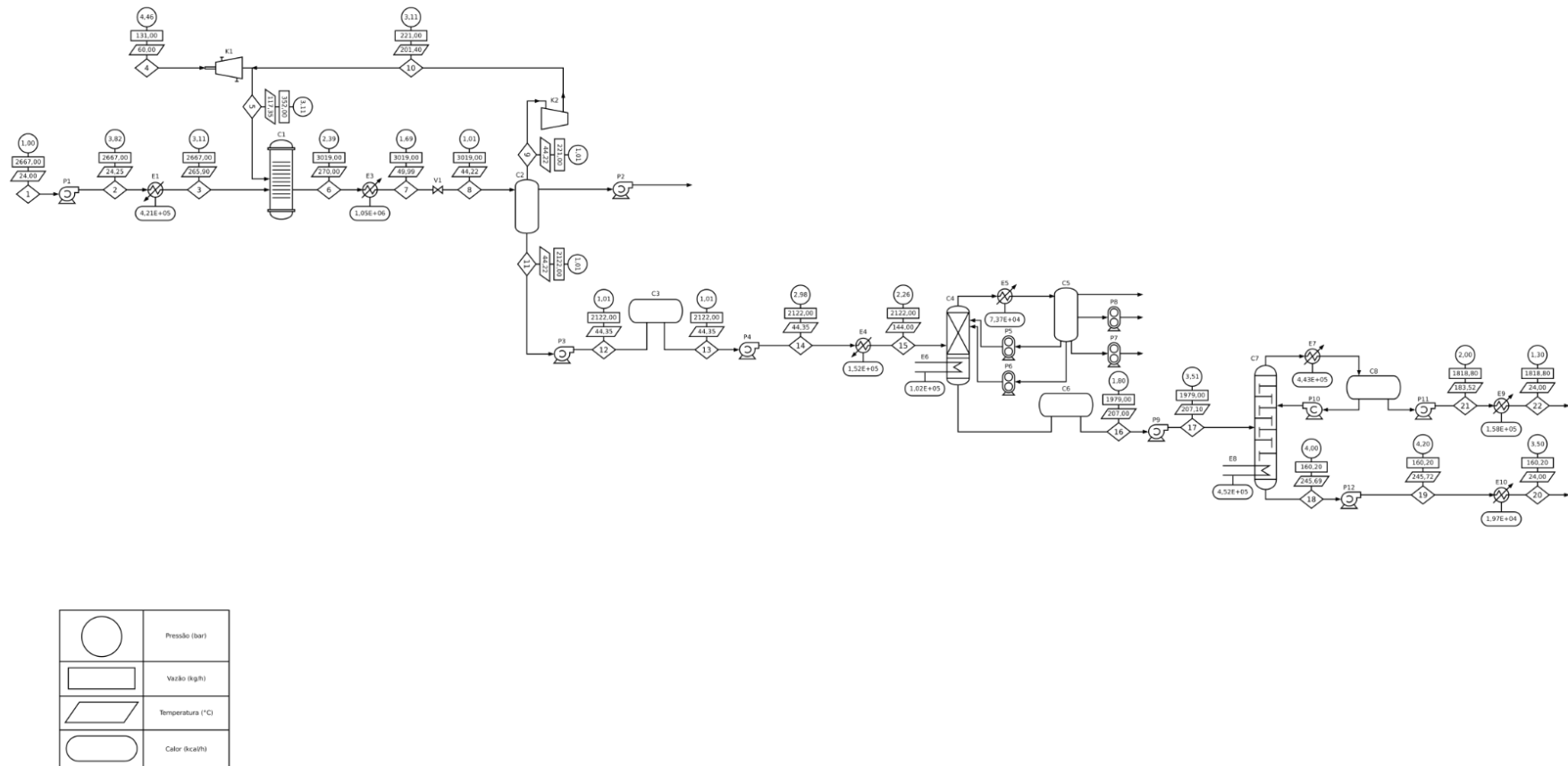


Figura 10. Diagrama do processo de produção da anilina.

A corrente de alimentação de nitrobenzeno (1), proveniente de um tanque de armazenamento a pressão atmosférica, passa por uma bomba (P1) e um trocador de calor de tubos (E1) a fim de adequar a temperatura e pressão às condições do leito fluidizado (C1). A corrente de hidrogênio (4), inicialmente a uma pressão mais alta do que a do reator, aciona uma turbina (K1), gerando energia e conforma a pressão do hidrogênio à do reator. O produto da reação (6) é resfriado (7) e tem sua pressão diminuída (8).

O separador trifásico (C2) gera três correntes; a fase vapor (9) é submetida a um compressor (K2) e reciclada, voltando ao reator. A fase aquosa é bombeada (P2) e segue para tratamento. A fase orgânica (11) é bombeada (P3, 12) e segue a um pulmão (C3, 13), a fim de manter a vazão de alimentação da coluna de destilação empacotada (C4) constante. A bomba (P4) e o trocador de calor (E4) ajustam a pressão (14) e temperatura (15) a níveis adequados para a operação da coluna.

A coluna empacotada possui um condensador parcial (E5) e refeedor interno (E6). A corrente condensada se destina a um pulmão (C5). Nesse pulmão, que funciona também como um separador, há a formação de duas fases líquida, uma orgânica e uma aquosa. As duas fases são parcialmente refluxadas para a coluna por meio das bombas de engrenagem (P5 e P6). O restante dessas duas fases líquidas é transportado por meio de bombas para uma coluna de adsorção (não incluída no projeto) para remover as impurezas da água e aproveitar na planta. A fase vapor proveniente do pulmão é tratada em uma coluna de absorção reativa (não incluída no projeto). O produto de fundo da coluna, rico em anilina e nitrobenzeno, passa por um pulmão (C6, 16) antes de ser bombeado (P9, 17) para que a vazão de alimentação da coluna de destilação (C7) seja constante.

A coluna de destilação com pratos tem como objetivo separar o nitrobenzeno residual da anilina e atingir a especificação de pureza necessária. Possui um condensador total (E7) e um refeedor interno (E8). A corrente condensada é destinada a um pulmão e parcialmente refluxada, com o auxílio de uma bomba (P10). A corrente retirada do pulmão é o produto do processo (anilina a 99,9% de pureza), bombeada (P11, 21) e resfriada (E9, 22) a fim de ser armazenada em um tanque. A corrente de fundo (18), contendo

primariamente nitrobenzeno, é bombeada (P12, 19) e resfriada (E10, 20) e destinada a tratamento para que se possa recuperar mais anilina.

4. Folhas de Especificação de Balanço de Massa e Energia

PROJETO : Planta de produção de Anilina		Balanços de calor e matéria				
UNIDADE :		Pág. 1 de 2				
R e v	BALANÇOS DE CALOR E MATÉRIA					
	DADOS DE OPERAÇÃO E VAZÕES					
1	CASO DE OPERAÇÃO/DESENHO					
2	Nº DE CORRENTE		FB	FB.1	FB.2	FB.3
3	DESCRIÇÃO					
4						
5						
6	PRESSÃO (1)	kg/cm ² g	3,158	12,440	2,435	1,721
7	TEMPERATURA	°C	194,100	270,000	270,000	50,000
8	VAZÃO TOTAL	kg/h	3019	3019,000	3019,000	3019,000
9	% VAPOR	%p	100,000	100,000	100,000	46,990
10	VAZÃO TOTAL DE VAPOR	kg/h	3019,000	3019,000	3019,000	198,900
11	INCONDENSÁVEIS (N ₂ ,...)	kg/h	2456,258	13,121	13,121	7,180
12	VAPOR DE AGUA	kg/h	1,108	1,177	1,177	8,728
13	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	-	-
14	VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO	kg/h	-	-	-	2127,000
15	AGUA LIVRE	kg/h	-	-	-	128,393
16	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	-	-
17	ENTALPIA TOTAL	Gcal/h	3,179E-03	-1,959E-02	-1,959E-02	-3,01E-03
18	COMPOSTOS CORROSIVOS, TÓXICOS	% p / ppm p	-	-	-	-
19	SÓLIDOS : QUANTIDADE	%	-	-	-	-
20	SÓLIDOS : DIAM. PARTÍCULA	Micras	-	-	-	-
21	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Úmida)					
22	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m ³ /h	1830,000	2342,000	2351,000	929,6
23	VAZÃO VOLUMÉTRICA @(1 atm, 0°C)	Nm ³ /h	2679,000	1221,000	1221,000	2,036
24	PESO MOLECULAR	kg/kmol	20,690	24,280	24,280	3,405
25	DENSIDADE @P,T	kg/m ³	1,650	1,289	1,284	0,214
26	DENSIDADE @(1 atm, 0°C)	kg/Nm ³	1,127	2,472	2,472	2,504
27	VISCOSIDADE @T	cP	1,974E+01	1,927E-02	1,927E-02	8,53E+00
28	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	1,233E-01	7,793E-02	7,793E-02	1,39E-01
29	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	4,865E-04	4,931E-04	4,931E-04	1,46E+00
30	FATOR DE COMPRESIBILIDADE @P,T	~	1,000	1,000	1,000	1,000
31	Cp / Cv	~	1,197	1,166	1,166	1,4
32	ENTALPIA	Gcal/h	3,179E-03	-1,959E-02	-1,959E-02	-3,01E-03
33	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para correntes de hidrocarbonetos)					
34	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m ³ /h	-	-	-	2,133
35	VAZÃO VOLUMÉTRICA @15 °C	m ³ /h	-	-	-	2,067
36	DENSIDADE @T	kg/m ³	-	-	-	997,1
37	DENSIDADE @15°C	kg/m ³	-	-	-	1027
38	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @T	cSt	-	-	-	1,921
39	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @50 °C	cSt	-	-	-	1,921
40	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @100°C	cSt	-	-	-	0,8919
41	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @150°C	cSt	-	-	-	-
42	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	-	-	-	1,944
43	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	-	-	-	4,52E-01
44	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	-	-	-	47,33
45	PRESSÃO DE VAPOR @T	kg/cm ² a	-	-	-	-
46	ENTALPIA	Gcal/h	-	-	-	-3,01E-03
47	MISCELÂNEOS					
48						
49						
50						
51						
52						
53	NOTAS :					
54	(1) A pressão e as propriedades dependentes serão confirmadas pela Eng. De detalhe com hidráulicas/isométricas finais					
55						
56						
57						
58						
	Rev.	Por				
	Data	Aprovado				

		PROJETO : Planta de produção de Anilina						Balanço de calor e massa	
		UNIDADE :						Pág. 2 de 2	
R e v	BALANÇO DE CALOR E MASSA								
	COMPOSIÇÃO								
1	Nº CORRENTE	FB		FB.1		FB.2		FB.3	
2	Componente / pseudocomp.	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol
3	Hidrogênio	7.93	81.36	3.61	43.46	3.61	43.46	3.61	43.46
4	Água	3.20	3.67	28.92	38.98	28.92	38.98	28.92	38.98
5	Ciclohexilamina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0
6	Nitrobenzeno	88.33	14.85	0.44	0.09	0.44	0.09	0.44	0.09
7	Anilina	0.54	0.12	67.03	17.48	67.03	17.48	67.03	17.48
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
41									
42									
43									
44	Total	100.00	100.00	100	100	100	100		
45	Vazão total seca (kg/h)	-							
46	Vazão total seca (kmol/h)	-							
47	Vazão total úmida (kg/h)	30.19		30.19		30.19			
48	Vazão total úmida (kmol/h)	145.90		124.30		124.30			
49	NOTAS :								
50									
51									
52									
53									
54									
55									
56									
57									
58									
Rev.		Por							
Data		Aprovado							

		PROJETO : Planta de produção de Anilina		Balanços de calor e matéria		
		UNIDADE :		Pág. 1 de 2		
R e v	BALANÇOS DE CALOR E MATÉRIA					
	DADOS DE OPERAÇÃO E VAZÕES					
1	CASO DE OPERAÇÃO/DESENHO					
2	Nº DE CORRENTE		FB.4	FB.5	H2	H2.1
3	DESCRIÇÃO					
4	6	PRESSION (1)	kg/cm ² g	1.72	1.032	4.548
5	7	TEMPERATURA	°C	49.99	44.22	60
6	8	VAZÃO TOTAL	kg/h	3019	3019	131
7	9	% VAPOR	%p	46.99	47.93	100
8	10	VAZÃO TOTAL DE VAPOR	kg/h	1.99E+02	2.25E+01	1.31E+02
9	11	INCONDENSÁVEIS (N2,...)	kg/h	1.09E+02	1.09E+02	1.31E+02
10	12	VAPOR DE AGUA	kg/h	8.73E+02	8.73E+02	-
11	13	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	-
12	14	VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO	kg/h	2.13E+03	2.12E+03	-
13	15	AGUA LIVRE	kg/h	7.65E+02	9.70E+02	-
14	16	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	-
15	17	ENTALPIA TOTAL	Gcal/h	-3.01E-03	-3.01E-03	1.55E-05
16	18	COMPOSTOS CORROSIVOS, TÓXICOS	% p / ppm p	-	-	-
17	19	SÓLIDOS : QUANTIDADE	%	-	-	-
18	20	SÓLIDOS : DIAM. PARTÍCULA	Micras	-	-	-
19	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Úmida)					
20	22	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m ³ /h	199	1552	403.5
21	23	VAZÃO VOLUMÉTRICA @ (1 atm, 0°C)	Nm ³ /h	1.23E+03	1.22E+03	1.46E+03
22	24	PESO MOLECULAR	kg/kmol	3.406	3.734	2.016
23	25	DENSIDADE @P,T	kg/m ³	0.2138	0.1434	0.3247
24	26	DENSIDADE @ (1 atm, 0°C)	kg/Nm ³	2.46E+00	9.48E-02	8.97E-02
25	27	VISCOSIDADE @T	cP	8.53E+00	8.33E+00	9.63E+00
26	28	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	1.39E-01	1.32E-01	1.64E-01
27	29	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	1.46E+00	1.34E+00	2.39E+00
28	30	FATOR DE COMPRESIBILIDADE @P,T	~	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00
29	31	Cp / Cv	~	1.58	1.3898	1.412
30	32	ENTALPIA	Gcal/h	-3.01E-03	-3.01E-03	1.55E-05
31	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para correntes de hidrocarbonetos)					
32	34	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m ³ /h	2.133	2.118	-
33	35	VAZÃO VOLUMÉTRICA @15 °C	m ³ /h	2.067	2.066	-
34	36	DENSIDADE @T	kg/m ³	997.100	1002.000	-
35	37	DENSIDADE @15°C	kg/m ³	1027.000	1027.000	-
36	38	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @T	cSt	1.922	2.159	-
37	39	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @50 °C	cSt	1.921	1.922	-
38	40	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @100°C	cSt	0.893	0.915	-
39	41	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @150°C	cSt	-	-	-
40	42	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	0.194	0.193	-
41	43	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	0.452	0.446	-
42	44	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	47.330	47.990	-
43	45	PRESSÃO DE VAPOR @T	kg/cm ² a	-	-	-
44	46	ENTALPIA	Gcal/h	-0.003	-0.003	-
45	MISCELÂNEOS					
46						
47						
48						
49						
50						
51						
52						
53	NOTAS :					
54	(1) A pressão e as propriedades dependentes serão confirmadas pela Eng. De detalhe com hidráulicas/isométricas finais					
55						
56						
57						
58						
Rev.		Por				
Data		Aprovado				

PROJETO : Planta de produção de Anilina						Balanço de calor e massa			
UNIDADE :						Pág. 2 de 2			
R e v	BALANÇO DE CALOR E MASSA								
	COMPOSIÇÃO								
1									
2	Nº CORRENTE	FB.4		FB.5		H2		H2.1	
3	Componente / pseudocomp.	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol
4	Hidrogênio	3.61	43.46	48.95	90.66	100.00	1000.00	100.00	100.00
5	Água	28.92	38.98	43.61	9.04	0.00	0.00	0.00	0.00
6	Ciclohexilamina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	Nitrobenzeno	0.44	0.09	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	Anilina	67.03	17.48	7.44	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
41									
42									
43									
44	Total	100	100	100	100	100	100	100	100
45	Vazão total seca (kg/h)	2667.00		2667.00		2667.00		2667.00	
46	Vazão total seca (kmol/h)	21.66		22.66		23.66		24.66	
47	Vazão total úmida (kg/h)	-		-		-		-	
48	Vazão total úmida (kmol/h)	-		-		-		-	
49	NOTAS :								
50									
51									
52									
53									
54									
55									
56									
57									
58									
	Rev.	Por							
	Data	Aprovado							

PROJETO : Planta de Produção de Anilina		Balanços de calor e matéria				
UNIDADEE : -		Pág. 1 de 2				
R e v	BALANÇOS DE CALOR E MATÉRIA					
	DADOS DE OPERAÇÃO E VAZÕES					
CASO DE OPERAÇÃO/DESENHP						
Nº DE CORRENTE		H2.2	H2.3	H2.4	H2.5	
DESCRIÇÃO						
PRESSÃO (1)		kg/cm ² g	3.158	1.032	1.03	3.158
TEMPERATURA		°C	34.760	44.220	44.220	201.400
VAZÃO TOTAL		kg/h	131.000	222.500	222.500	222.500
% VAPOR		%p	100.000	100.000	100.000	100.000
VAZÃO TOTAL DE VAPOR		kg/h	131.000	222.500	222.500	222.500
INCONDENSÁVEIS (N2,...)		kg/h	1.31E+02	1.09E+02	108.914	108.914
VAPOR DE AGUA		kg/h	-	97.032	97.032	97.032
HIDROCARBONETOS		kg/h	-	-	-	-
VAZÃO TOTAL DE LIQUIDO		kg/h	-	-	-	-
AGUA LIVRE		kg/h	-	-	-	-
HIDROCARBONETOS		kg/h	-	-	-	-
ENTALPIÁ TOTAL		Gcal/h	4.40E-06	-2.983E-04	-2.983E-04	-2.32E-04
COMPOSTOS CORROSIVOS, TÓXICOS		% p / ppm p	-	-	-	-
SÓLIDOS : QUANTIDADE		%	-	-	-	-
SÓLIDOS : DIAM. PARTÍCULA		Micras	-	-	-	-
PROPRIEDADES FASE VAPOR (Úmida)						
VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T		m ³ /h	537.2	1552	1555	759.3
VAZÃO VOLUMÉTRICA @ (1 atm, 0°C)		Nm ³ /h	1476	1235	1235	1235
PESO MOLECULAR		kg/kmol	2.016	3.734	3.734	3.734
DENSIDADE @P,T		kg/m ³	0.121	0.1434	0.1431	0.2931
DENSIDADE @ (1 atm, 0°C)		kg/Nm ³	0.0887	0.1802	0.1802	0.1802
VISCOSIDADE @T		cP	8.991	8.33	8.33	1.19E+01
CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T		kcal/h m °C	0.1542	0.1324	0.1324	0.1805
CALOR ESPECÍFICO @T		kcal/kg °C	2.385	1.335	1.335	1.3752
FATOR DE COMPRESIBILIDADE @P,T		~	1	1	1	1
Cp / Cv		~	1.413	1.398	1.398	1.387
ENTALPIA		Gcal/h	4.40E-06	-2.983E-04	-2.98E-04	-2.32E-04
PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para correntes de hidrocarbonetos)						
VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T		m ³ /h	-	-	-	-
VAZÃO VOLUMÉTRICA @15 °C		m ³ /h	-	-	-	-
DENSIDADE @T		kg/m ³	-	-	-	-
DENSIDADE @15°C		kg/m ³	-	-	-	-
VISCOSIDADE CINEMÁTICA @T		cSt	-	-	-	-
VISCOSIDADE CINEMÁTICA @50 °C		cSt	-	-	-	-
VISCOSIDADE CINEMÁTICA @100°C		cSt	-	-	-	-
VISCOSIDADE CINEMÁTICA @150°C		cSt	-	-	-	-
CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T		kcal/h m °C	-	-	-	-
CALOR ESPECÍFICO @T		kcal/kg °C	-	-	-	-
TENSÃO SUPERFICIAL @P,T		dinas/cm	-	-	-	-
PRESSÃO DE VAPOR @T		kg/cm ² a	-	-	-	-
ENTALPIA		Gcal/h	-	-	-	-
MISCELÂNEOS						
NOTAS :						
(1) A pressão e as propriedades dependentes serão confirmadas pela Eng. De detalhe com hidráulicas/isométricas finais						
Rev.	Por					
Data	Aprovado					

PROJETO :	Planta de Produção de Anilina	Balanço de calor e massa
UNIDADE DE :		Pág. 2 de 2

R e v	BALANÇO DE CALOR E MASSA									
	COMPOSIÇÃO									
2	Nº CORRENTE	H2.2		H2.3		H2.4		H2.5		
3	Componente / pseudocomp.	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol	
4	Hidrogênio	100.00	100.00	48.95	90.66	48.95	90.66	48.95	90.66	
5	Água	0.00	0.00	43.61	9.04	43.61	9.04	43.61	9.04	
6	Ciclohexilamina	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	
7	Nitrobenzeno	0.00	0.00	0.01	0	0.01	0	0.01	0	
8	Anilina	0.00	0.00	7.44	0.3	7.44	0.3	7.44	0.3	
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44	Total	100.00	100.00	100.01	100	100	100			
45	Vazão total seca (kg/h)	-								
46	Vazão total seca (kmol/h)	-								
47	Vazão total úmida (kg/h)	30.19		30.19		30.19				
48	Vazão total úmida (kmol/h)	145.90		124.30		124.30				
49	NOTAS :									
50										
51										
52										
53										
54										
55										
56										
57										
58										
	Rev.	Por								
	Data	Aprovado								

PROJETO : Produção de Anilina		Balanços de calor e matéria				
UNIDADEE :		Pág. 1 de 2				
R e v	BALANÇOS DE CALOR E MATÉRIA					
	DADOS DE OPERAÇÃO E VAZÕES					
	CASO DE OPERAÇÃO/DESENHP					
	Nº DE CORRENTE		H2.6	H2.7	H2.in	H2.out
	DESCRIÇÃO					
	PRESSÃO (1)	kg/cm ² g	3.16E+00	3.16E+00	3.16E+00	3.158
	TEMPERATURA	°C	2.01E+02	2.02E+02	1.16E+02	201.400
	VAZÃO TOTAL	kg/h	2.21E+02	2.21E+02	3.52E+02	1.113
	% VAPOR	%p	1.00E+02	1.00E+02	1.00E+00	100.000
	VAZÃO TOTAL DE VAPOR	kg/h	2.21E+02	2.21E+02	3.52E+02	1.113
INCONDENSÁVEIS (N2,...)		kg/h	H2	H2	H2	H2
VAPOR DE AGUA		kg/h	-	-	-	-
HIDROCARBONETOS		kg/h	-	-	-	-
VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO		kg/h	-	-	-	-
AGUA LIVRE		kg/h	-	-	-	-
HIDROCARBONETOS		kg/h	-	-	-	-
ENTALPIA TOTAL		Gcal/h	-2.31E-04	-2.31E-04	-6.43E-04	-1.16E-06
COMPOSTOS CORROSIVOS, TÓXICOS		% p / ppm p	-	-	-	-
SÓLIDOS : QUANTIDADE		%	-	-	-	-
SÓLIDOS : DIAM. PARTÍCULA		Micras	-	-	-	-
PROPRIEDADES FASE VAPOR (Úmida)						
VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T		m ³ /h	7.56E+02	7.55E+02	7.55E+02	3.80E+00
VAZÃO VOLUMÉTRICA @(1 atm, 0°C)		Nm ³ /h	1.22E+03	1.22E+03	2.69E+03	9.46E-02
PESO MOLECULAR		kg/kmol	3.73E+00	3.73E+00	3.73E+00	3.73E+00
DENSIDADE @P,T		kg/m ³	2.93E-01	2.93E-01	2.93E-01	2.93E-01
DENSIDADE @(1 atm, 0°C)		kg/Nm ³	1.82E-01	1.82E-01	9.46E-02	6.11E+00
VISCOSIDADE @T		cP	1.19E+01	1.19E+01	1.19E+01	1.19E+01
CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T		kcal/h m °C	1.80E-01	1.80E-01	1.80E-01	1.80E-01
CALOR ESPECÍFICO @T		kcal/kg °C	1.38E+00	1.38E+00	1.38E+00	1.38E+00
FATOR DE COMPRESIBILIDADE @P,T		~	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00
Cp / Cv		~	1.39E+00	1.39E+00	1.39E+00	1.39E+00
ENTALPIA		Gcal/h	-2.31E-04	-2.31E-04	-6.43E-04	-1.16E-06
PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para correntes de hidrocarbonetos)						
VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T		m ³ /h	-	-	-	-
VAZÃO VOLUMÉTRICA @15 °C		m ³ /h	-	-	-	-
DENSIDADE @T		kg/m ³	-	-	-	-
DENSIDADE @15°C		kg/m ³	-	-	-	-
VISCOSIDADE CINEMÁTICA @T		cSt	-	-	-	-
VISCOSIDADE CINEMÁTICA @50 °C		cSt	-	-	-	-
VISCOSIDADE CINEMÁTICA @100°C		cSt	-	-	-	-
VISCOSIDADE CINEMÁTICA @150°C		cSt	-	-	-	-
CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T		kcal/h m °C	-	-	-	-
CALOR ESPECÍFICO @T		kcal/kg °C	-	-	-	-
TENSÃO SUPERFICIAL @P,T		dinas/cm	-	-	-	-
PRESSÃO DE VAPOR @T		kg/cm ² a	-	-	-	-
ENTALPIA		Gcal/h	-	-	-	-
MISCELÂNEOS						
NOTAS :						
(1) A pressão e as propriedades dependentes serão confirmadas pela Eng. De detalhe com hidráulicas/isométricas finais						
Rev.	Por					
Data	Aprovado					

		PROJETO : Planta de Produção de Anilina						Balanço de calor e massa	
		UNIDADE :						Pág. 2	de 2

R e v	BALANÇO DE CALOR E MASSA									
	COMPOSIÇÃO									
1		H2.6		H2.7		H2.in				
2	Nº CORRENTE									
3	Componente / pseudocomp.	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol	
4	Hidrogênio	48.95	90.66	48.95	90.66	67.94	95.55	48.95	90.66	
5	Água	43.61	9.04	43.61	9.04	27.39	4.31	43.61	9.04	
6	Ciclohexilamina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
7	Nitrobenzeno	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	
8	Anilina	0.74	0.03	7.44	0.30	4.67	0.14	0.74	0.03	
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44	Total	100	100	100	100	100	100	100	100	
45	Vazão total seca (kg/h)	2667.00		2667.00		2667.00		2667.00		
46	Vazão total seca (kmol/h)	21.66		22.66		23.66		24.66		
47	Vazão total úmida (kg/h)	-		-		-		-		
48	Vazão total úmida (kmol/h)	-		-		-		-		
49	NOTAS :									
50										
51										
52										
53										
54										
55										
56										
57										
58										

Rev.	Por								
Data	Aprovado								

PROJETO : Planta de Produção de Anilina		Balanços de calor e matéria				
UNIDADEE :		Pág. 1 de 2				
R e v	BALANÇOS DE CALOR E MATÉRIA					
	DADOS DE OPERAÇÃO E VAZÕES					
1	CASO DE OPERAÇÃO/DESENHP					
2	Nº DE CORRENTE		Aq	Aq 1	Bot	Bot2
3	DESCRIÇÃO					
4						
5						
6	PRESSÃO (1)	kg/cm ² g	1.032	1.236	1.835	3.593
7	TEMPERATURA	°C	44.220	44.220	207.000	207.100
8	VAZÃO TOTAL	kg/h	674.300	674.300	1979.000	1979.000
9	% VAPOR	%p	-	-	-	-
10	VAZÃO TOTAL DE VAPOR	kg/h	-	-	-	-
11	INCONDENSÁVEIS (N2,...)	kg/h	9.00E-04	9.00E-04	0.000	0.000
12	VAPOR DE AGUA	kg/h	651.037	651.037	0.000	0.000
13	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	-	-
14	VAZÃO TOTAL DE LIQUIDO	kg/h	674.300	674.300	1979	1979
15	AGUA LIVRE	kg/h	6510445.000	6510445.000	8.30E-03	8.30E-03
16	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	-	-
17	ENTALPIA TOTAL	Gcal/h	-2.44E-03	-2.445E-03	3.625E-04	3.63E-04
18	COMPOSTOS CORROSIVOS, TÓXICOS	% p / ppm p	-	-	-	-
19	SÓLIDOS : QUANTIDADE	%	-	-	-	-
20	SÓLIDOS : DIAM. PARTÍCULA	Micras	-	-	-	-
21	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Úmida)					
22	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m ³ /h	-	-	-	-
23	VAZÃO VOLUMÉTRICA @(1 atm, 0°C)	Nm ³ /h	-	-	-	-
24	PESO MOLECULAR	kg/kmol	-	-	-	-
25	DENSIDADE @P,T	kg/m ³	-	-	-	-
26	DENSIDADE @(1 atm, 0°C)	kg/Nm ³	-	-	-	-
27	VISCOSIDADE @T	cP	-	-	-	-
28	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	-	-	-	-
29	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	-	-	-	-
30	FATOR DE COMPRESIBILIDADE @P,T	~	-	-	-	-
31	Cp / Cv	~	-	-	-	-
32	ENTALPIA	Gcal/h	-	-	-	-
33	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para correntes de hidrocarbonetos)					
34	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m ³ /h	0.6782	0.6781	2.33	2.33
35	VAZÃO VOLUMÉTRICA @15 °C	m ³ /h	0.658	0.6705	1.93	1.93
36	DENSIDADE @T	kg/m ³	994.3	994.4	849.3	9.108
37	DENSIDADE @15°C	kg/m ³	1016	1026	1031	1031
38	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @T	cSt	0.67	0.669	0.2947	0.2944
39	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @50 °C	cSt	6.11E-01	0.6108	2.156	2.156
40	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @100°C	cSt	-	-	0.9367	0.9367
41	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @150°C	cSt	-	-	0.5119	0.5119
42	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	1.32E-02	5.43E-01	1.09E-01	9.36E-02
43	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	8.82E-01	8.82E-01	5.48E-01	5.49E-01
44	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	6.86E+01	68.56	21.55	21.54
45	PRESSÃO DE VAPOR @T	kg/cm ² a	-	-	-	-
46	ENTALPIA	Gcal/h	-	-	-	-
47	MISCELÂNEOS					
48						
49						
50						
51						
52						
53	NOTAS :					
54	(1) A pressão e as propriedades dependentes serão confirmadas pela Eng. De detalhe com hidráulicas/isométricas finais					
55						
56						
57						
58						
	Rev.	Por				
	Data	Aprovado				

		PROJETO : Planta de Produção de Anilina						Balanço de calor e massa	
		UNIDADEEE :						Pág. 2 de 2	
R e v	BALANÇO DE CALOR E MASSA								
	COMPOSIÇÃO								
1									
2	Nº CORRENTE	Aq		Aq1		Bot		Bot2	
3	Componente / pseudocomp.	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol
4	Hidrogênio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	Água	96.55	99.31	96.55	99.31	0.00	0.00	0.00	0.00
6	Ciclohexilamina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	Nitrobenzeno	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67	0.51	0.67	0.51
8	Anilina	3.45	0.69	3.45	0.69	99.33	99.49	99.33	99.49
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
41									
42									
43									
44	Total	100.00	100.00	100	100	100	100		
45	Vazão total seca (kg/h)	-							
46	Vazão total seca (kmol/h)	-							
47	Vazão total úmida (kg/h)	30.19		30.19		30.19			
48	Vazão total úmida (kmol/h)	145.90		124.30		124.30			
49	NOTAS :								
50									
51									
52									
53									
54									
55									
56									
57									
58									
Rev.		Por							
Data		Aprovado							

PROJETO : Planta de Produção de Anilina		Balanços de calor e matéria				
UNIDADE :		Pág. 1 de 2				
R e v	BALANÇOS DE CALOR E MATÉRIA					
	DADOS DE OPERAÇÃO E VAZÕES					
1	CASO DE OPERAÇÃO/DESENIHP					
2	Nº DE CORRENTE		Org	Org.2	Org.3	Org.4
3	DESCRIÇÃO					
4						
5						
6	PRESSÃO (1)	kg/cm ² g	1.03E+00	9.98E-01	3.04E+00	2.324
7	TEMPERATURA	°C	4.42E+01	4.42E+01	4.44E+01	144.300
8	VAZÃO TOTAL	kg/h	2.12E+03	2.12E+03	2.12E+03	2122.000
9	% VAPOR	%p	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	16.350
10	VAZÃO TOTAL DE VAPOR	kg/h	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	23.593
11	INCONDENSÁVEIS (N2,...)	kg/h	-	-	-	-
12	VAPOR DE AGUA	kg/h	-	-	-	-
13	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	-	-
14	VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO	kg/h	2.12E+03	2.12E+03	2.12E+03	1995.000
15	AGUA LIVRE	kg/h	2.66E+02	5.19E+04	1.25E+02	124.986
16	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	-	-
17	ENTALPIA TOTAL	Gcal/h	-2.68E+00	-2.68E+00	-2.68E+00	-2.682
18	COMPOSTOS CORROSIVOS, TÓXICOS	% p / ppm p	-	-	-	-
19	SÓLIDOS : QUANTIDADE	%	-	-	-	-
20	SÓLIDOS : DIAM. PARTÍCULA	Micras	-	-	-	-
21	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Úmida)					
22	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m ³ /h	-	-	-	7.06E+01
23	VAZÃO VOLUMÉTRICA @(1 atm, 0°C)	Nm ³ /h	-	-	-	1.57E-02
24	PESO MOLECULAR	kg/kmol	-	-	-	7.49E+01
25	DENSIDADE @P,T	kg/m ³	-	-	-	2.92E+01
26	DENSIDADE @(1 atm, 0°C)	kg/Nm ³	-	-	-	9.45E-02
27	VISCOSIDADE @T	cP	-	-	-	1.09E+01
28	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	-	-	-	2.23E+01
29	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	-	-	-	3.82E-01
30	FATOR DE COMPRESIBILIDADE @P,T	~	-	-	-	1.00E+00
31	Cp / Cv	~	-	-	-	1.89E+00
32	ENTALPIA	Gcal/h	-	-	-	-2.68E+00
33	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para correntes de hidrocarbonetos)					
34	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m ³ /h	2.118	2.119	2.118	70.560
35	VAZÃO VOLUMÉTRICA @15 °C	m ³ /h	2.049	2.049	2.049	2.049
36	DENSIDADE @T	kg/m ³	1002.000	1001.000	1002.000	29.710
37	DENSIDADE @15°C	kg/m ³	1027.000	1027.000	1027.000	1027.000
38	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @T	cSt	2.159	2.159	2.153	0.538
39	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @50 °C	cSt	1.927	1.927	1.927	1.927
40	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @100°C	cSt	0.875	0.875	0.875	0.875
41	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @150°C	cSt	0.511	0.511	0.511	0.511
42	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	0.193	0.193	0.193	0.139
43	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	81.231	0.446	0.446	0.413
44	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	47.990	47.990	47.990	47.990
45	PRESSÃO DE VAPOR @T	kg/cm ² a	-	-	-	-
46	ENTALPIA	Gcal/h	-2.682	-	-	-
47	MISCELÂNEOS					
48						
49						
50						
51						
52						
53	NOTAS :					
54	(1) A pressão e as propriedades dependentes serão confirmadas pela Eng. De detalhe com hidráulicas/isométricas finais					
55						
56						
57						
58						
Rev.		Por				
Data		Aprovado				

		PROJETO : Planta de Produção de Anilina						Balanço de calor e massa		
		UNIDADE :						Pág. 2 de 3		
R e v	BALANÇO DE CALOR E MASSA									
	COMPOSIÇÃO									
1		Org		Org.2		Org.3		Org.4		
2	Nº CORRENTE	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol	
3	Componente / pseudocomp.									
4	Hidrogênio	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	
5	Água	5.89	24.47	5.89	24.47	5.89	24.47	5.89	24.47	
6	Ciclohexilamina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
7	Nitrobenzeno	0.63	0.38	0.63	75.15	0.63	0.38	0.63	0.38	
8	Anilina	93.48	75.15	93.40	0.00	93.48	75.15	93.48	75.15	
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44	Total	100	100	100	100	100	100	100	100	
45	Vazão total seca (kg/h)	2667.00		2667.00		2667.00		2667.00		
46	Vazão total seca (kmol/h)	21.66		22.66		23.66		24.66		
47	Vazão total úmida (kg/h)	-		-		-		-		
48	Vazão total úmida (kmol/h)	-		-		-		-		
49	NOTAS :									
50										
51										
52										
53										
54										
55										
56										
57										
58										
	Rev.	Por								
	Data	Aprovado								

PROJETO : Planta de Produção de Anilina		Balanços de calor e matéria				
UNIDADE :		Pág. 1 de 2				
R e v	BALANÇOS DE CALOR E MATÉRIA					
	DADOS DE OPERAÇÃO E VAZÕES					
	CASO DE OPERAÇÃO/DESENHO					
	Nº DE CORRENTE	Org.5	Residuo	Residuo.3	To Absorber	
	DESCRIÇÃO					
	PRESSÃO (1)	kg/cm ² g	2,242BAR	?	?	?
	TEMPERATURA	°C	1.44E+02	1.04E+02	4.42E+01	103.700
	VAZÃO TOTAL	kg/h	2.12E+03	1.22E+02	6.74E+02	21.230
	% VAPOR	%p	1.65E+01	0.00E+00	0.00E+00	100.000
	VAZÃO TOTAL DE VAPOR	kg/h	3.50E+02	-	-	-
INCONDENSÁVEIS (N2,...)	kg/h	H2	H2	H2	H2	
VAPOR DE AGUA	kg/h	2.06E+01	1.08E+02	5.98E+02	170.176	
HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	-	-	
VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO	kg/h	2.12E+03	1.22E+02	6.74E+02	170.176	
AGUA LIVRE	kg/h	3.50E+02	1.08E+02	6.74E+02	17.020	
HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	-	-	
ENTALPIA TOTAL	Gcal/h	1.16E-05	-3.86E-04	-2.45E-03	-5.28E-05	
COMPOSTOS CORROSIVOS, TÓXICOS	% p / ppm p	-	-	-	-	
SÓLIDOS : QUANTIDADE	%	-	-	-	-	
SÓLIDOS : DIAM. PARTÍCULA	Micras	-	-	-	-	
PROPRIEDADES FASE VAPOR (Úmida)						
VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m ³ /h	7.23E+01	-	-	2.59E+01	
VAZÃO VOLUMÉTRICA @ (1 atm, 0°C)	Nm ³ /h	1.57E-02	-	-	3.92E-02	
PESO MOLECULAR	kg/kmol	27.44	-	-	2.14E+01	
DENSIDADE @P,T	kg/m ³	1.77E+00	-	-	8.20E-01	
DENSIDADE @ (1 atm, 0°C)	kg/Nm ³	9.46E-02	-	-	9.46E-02	
VISCOSIDADE @T	cP	1.09E+01	-	-	3.48E+01	
CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	?	-	-	?	
CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	?	-	-	?	
FATOR DE COMPRESIBILIDADE @P,T	~	1.00E+00	-	-	1.00E+00	
Cp / Cv	~	1.19E+00	-	-	1.24E+00	
ENTALPIA	Gcal/h	1.16E-05	-	-	-5.28E-05	
PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para correntes de hidrocarbonetos)						
VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m ³ /h	2.188	9.440	0.678	-	
VAZÃO VOLUMÉTRICA @15 °C	m ³ /h	2.049	0.120	0.663	-	
DENSIDADE @T	kg/m ³	911.200	948.800	994.400	-	
DENSIDADE @15°C	kg/m ³	1027.000	1017.000	1016.000	-	
VISCOSIDADE CINEMÁTICA @T	cSt	0.540	0.819	0.670	-	
VISCOSIDADE CINEMÁTICA @50 °C	cSt	1.927	0.722	0.611	-	
VISCOSIDADE CINEMÁTICA @100°C	cSt	0.875	0.354	0.301	-	
VISCOSIDADE CINEMÁTICA @150°C	cSt	5.860	0.354	-	-	
CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	?	?	?	-	
CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	?	?	?	-	
TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	31.490	40.910	68.560	-	
PRESSÃO DE VAPOR @T	kg/cm ² a	-	-	-	-	
ENTALPIA	Gcal/h	1.16E-05	-3.86E-04	-2.45E-03	-	
MISCELÂNEOS						
NOTAS :						
(1) A pressão e as propriedades dependentes serão confirmadas pela Eng. De detalhe com hidráulicas/isométricas finais						
Rev.	Por					
Data	Aprovado					

		PROJETO : Planta de Produção de Anilina						Balanço de calor e massa	
		UNIDADEE :						Pág. 2 de 2	

R e v	BALANÇO DE CALOR E MASSA								
	COMPOSIÇÃO								
1	Nº CORRENTE	Org.5		Resíduo		Resíduo.3		To Absorber	
3	Componente / pseudocomp.	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol
4	Hidrogênio	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.18
5	Água	5.89	24.47	88.71	97.60	96.55	99.31	80.17	95.27
6	Ciclohexilamina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
7	Nitrobenzeno	0.63	0.38	0.05	0.01	0.00	0.00	0.08	0.01
8	Anilina	93.48	75.15	11.23	2.39	3.45	0.69	19.73	4.54
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
41									
42									
43									
44	Total	100	100	100	100	100	100	100	100
45	Vazão total seca (kg/h)	2667.00		2667.00		2667.00		2667.00	
46	Vazão total seca (kmol/h)	21.66		22.66		23.66		24.66	
47	Vazão total úmida (kg/h)	-		-		-		-	
48	Vazão total úmida (kmol/h)	-		-		-		-	
49	NOTAS :								
50									
51									
52									
53									
54									
55									
56									
57									
58									

Rev.	Por								
Data	Aprovado								

PROJETO : Planta de Produção de Anilina			Balanços de calor e matéria			
UNIDADE :			Pág. 1 de 2			
R e v	BALANÇOS DE CALOR E MATÉRIA					
	DADOS DE OPERAÇÃO E VAZÕES					
1	CASO DE OPERAÇÃO/DESENHO					
2	Nº DE CORRENTE		To Aspen Plus	To-Adsorption	To-Adsorption.2	To-Adsorption.3
3	DESCRIÇÃO					
4	6	PRESSÃO (1)	kg/cm ² g	3.57E+00	1.22E+00	1.73E+00
5	7	TEMPERATURA	°C	2.07E+02	1.04E+02	1.42E+02
6	8	VAZÃO TOTAL	kg/h	1.98E+03	2.12E+01	2.12E+01
7	9	% VAPOR	%p	0.00E+00	1.00E+02	1.00E+02
8	10	VAZÃO TOTAL DE VAPOR	kg/h	-	2.12E+01	2.12E+01
9	11	INCONDENSÁVEIS (N2,...)	kg/h	H2	H2	H2
10	12	VAPOR DE AGUA	kg/h	-	-	-
11	13	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	-
12	14	VAZÃO TOTAL DE LIQUIDO	kg/h	1.98E+03	-	-
13	15	AGUA LIVRE	kg/h	0.00E+00	-	-
14	16	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	-
15	17	ENTALPIA TOTAL	Gcal/h	3.63E-04	-5.28E-05	-5.24E-05
16	18	COMPOSTOS CORROSIVOS, TÓXICOS	% p / ppm p	-	-	-
17	19	SÓLIDOS : QUANTIDADE	%	-	-	-
18	20	SÓLIDOS : DIAM. PARTÍCULA	Micras	-	-	-
19	21	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Úmida)				
20	22	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m ³ /h	-	25.89	20.12
21	23	VAZÃO VOLUMÉTRICA @ (1 atm, 0°C)	Nm ³ /h	-	25.89	20.12
22	24	PESO MOLECULAR	kg/kmol	-	21.41	21.41
23	25	DENSIDADE @P,T	kg/m ³	-	0.82	1.055
24	26	DENSIDADE @ (1 atm, 0°C)	kg/Nm ³	-	0.82	1.055
25	27	VISCOSIDADE @T	cP	-	9.499	0.0106
26	28	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	-	0.02049011	0.02049011
27	29	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	-	0.38836	0.38836
28	30	FATOR DE COMPRESIBILIDADE @P,T	~	-	1	1
29	31	Cp / Cv	~	-	1239	1.242
30	32	ENTALPIA	Gcal/h	-	-0.00005279	-5.24E-05
31	33	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para correntes de hidrocarbonetos)				
32	34	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m ³ /h	2.33	-	-
33	35	VAZÃO VOLUMÉTRICA @15 °C	m ³ /h	1.92	-	-
34	36	DENSIDADE @T	kg/m ³	849.6	-	-
35	37	DENSIDADE @15°C	kg/m ³	1031	-	-
36	38	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @T	cSt	0.2944	-	-
37	39	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @50 °C	cSt	2.156	-	-
38	40	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @100°C	cSt	0.9366	-	-
39	41	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @150°C	cSt	0.5119	-	-
40	42	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	0.09716251	-	-
41	43	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	0.5412248	-	-
42	44	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	21.54	-	-
43	45	PRESSÃO DE VAPOR @T	kg/cm ² a	-	-	-
44	46	ENTALPIA	Gcal/h	0.000362751	-	-
45	47	MISCELÂNEOS				
46	48					
47	49					
48	50					
49	51					
50	52					
51	53	NOTAS :				
52	54	(1) A pressão e as propriedades dependentes serão confirmadas pela Eng. De detalhe com hidráulicas/isométricas finais				
53	55					
54	56					
55	57					
56	58					
57		Rev.	Por			
58		Data	Aprovado			

		PROJETO : Planta de Produção de Anilina						Balanço de calor e massa	
		UNIDADE :						Pág. 2	de 2
R e v	BALANÇO DE CALOR E MASSA								
	COMPOSIÇÃO								
1									
2	Nº CORRENTE	To Aspen Plus		To Adsorption		To Adsorption 2		To Adsorption 3	
3	Componente / pseudocomp.	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol
4	Hidrogênio	0.00	0.00	0.02	0.18	0.02	0.18	0.00	0.00
5	Água	0.00	0.00	80.17	95.27	80.17	95.27	95.34	99.06
6	Ciclohexilamina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
7	Nitrobenzeno	0.67	0.51	0.01	0.01	0.07	0.01	0.01	0.00
8	Anilina	99.33	99.49	19.74	4.54	19.74	4.54	4.65	0.94
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
41									
42									
43									
44	Total	100	100	100	100	100	100	100	100
45	Vazão total seca (kg/h)	2667.00		2667.00		2667.00		2667.00	
46	Vazão total seca (kmol/h)	21.66		22.66		23.66		24.66	
47	Vazão total úmida (kg/h)	-		-		-		-	
48	Vazão total úmida (kmol/h)	-		-		-		-	
49	NOTAS :								
50									
51									
52									
53									
54									
55									
56									
57									
58									
	Rev.	Por							
	Data	Aprovado							

PROJETO :	Planta de Produção de Anilina	Balances de calor e matéria
UNIDADE :		Pág. 1 de 2

R e v	BALANÇOS DE CALOR E MATÉRIA						
	DADOS DE OPERAÇÃO E VAZÕES						
1	CASO DE OPERAÇÃO/DESENP						
2	Nº DE CORRENTE		To-Adsorption.4	To-Adsorption.5	Top.Aq	Top.Org	
3	DESCRÇÃO						
4	6	PRESSÃO (1)	kg/cm ² g	5.15E-01	5.10E-01	1.22E+00	1.224
5	7	TEMPERATURA	°C	2.78E+01	2.78E+01	1.04E+02	103.700
	8	VAZÃO TOTAL	kg/h	7.94E+02	7.94E+02	1.13E+02	8.957
	9	% VAPOR	%p	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.000
	10	VAZÃO TOTAL DE VAPOR	kg/h	-	-	-	-
	11	INCONDENSÁVEIS (N ₂ ,...)	kg/h	H ₂	H ₂	H ₂	H ₂
	12	VAPOR DE AGUA	kg/h	3.10E+02	7.57E+02	1.13E+02	8.957
	13	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	-	-
	14	VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO	kg/h	7.94E+02	7.94E+02	1.13E+02	8.957
	15	AGUA LIVRE	kg/h	3.10E+02	7.57E+02	1.12E+02	0.663
	16	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	-	-
	17	ENTALPIA TOTAL	Gcal/h	-2.85E-03	-2.85E-03	-3.96E-04	0.000
	18	COMPOSTOS CORROSIVOS, TÓXICOS	% p / ppm p	-	-	-	-
	19	SÓLIDOS : QUANTIDADE	%	-	-	-	-
	20	SÓLIDOS : DIAM. PARTÍCULA	Micras	-	-	-	-
	21	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Úmida)					
	22	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m ³ /h	-	-	-	-
	23	VAZÃO VOLUMÉTRICA @(1 atm, 0°C)	Nm ³ /h	-	-	-	-
	24	PESO MOLECULAR	kg/kmol	-	-	-	-
	25	DENSIDADE @P,T	kg/m ³	-	-	-	-
	26	DENSIDADE @(1 atm, 0°C)	kg/Nm ³	-	-	-	-
	27	VISCOSIDADE @T	cP	-	-	-	-
	28	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	-	-	-	-
	29	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	-	-	-	-
	30	FATOR DE COMPRESIBILIDADE @P,T	~	-	-	-	-
	31	Cp / Cv	~	-	-	-	-
	32	ENTALPIA	Gcal/h	-	-	-3.96E-04	-1.39E-06
	33	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para correntes de hidrocarbonetos)					
	34	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m ³ /h	0.0134	0.0134	0.1191	9.44
	35	VAZÃO VOLUMÉTRICA @15 °C	m ³ /h	0.783	0.783	0.1109	0.00872
	36	DENSIDADE @T	kg/m ³	1016	1016	946.4	948.8
	37	DENSIDADE @15°C	kg/m ³	1017	1017	1017	1027
	38	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @T	cSt	3.126	3,126	0.2919	0.8192
	39	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @50 °C	cSt	1.921	0.6269	0.6294	2.029
	40	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @100°C	cSt	0.3056	0.3056	0.3066	0.8627
	41	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @150°C	cSt	-	-	-	-
	42	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	0.18951	0.18951	0.581341	0.204
	43	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	0.431	0.431	0.8249	0.498
	44	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	49.83	49.83	57.67	40.91
	45	PRESSÃO DE VAPOR @T	kg/cm ² a	-	-	-	-
	46	ENTALPIA	Gcal/h	-0.002854	-2.85E-03	-0.000396253	-1.38834E-06
	47	MISCELÂNEOS					
	48						
	49						
	50						
	51						
	52						
	53	NOTAS :					
	54	(1) A pressão e as propriedades dependentes serão confirmadas pela Eng. De detalhe com hidráulicas/isométricas finais					
	55						
	56						
	57						
	58						
		Rev.	Por				
		Data	Aprovado				

PROJETO : Planta de Produção de Anilina		Balanço de calor e massa							
UNIDADE DEE :		Pág. 2 de 2							
R e v	BALANÇO DE CALOR E MASSA								
	COMPOSIÇÃO								
1	Nº CORRENTE	To-Adsorption 4		To-Adsorption 5		Top.Aq			
2	Componente / pseudocomp.	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol
3	Hidrogênio	54.93	92.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	Água	39.04	7.35	95.34	99.06	95.17	99.03	7.40	29.28
5	Ciclohexilamina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
6	Nitrobenzeno	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.69	0.40
7	Anilina	6.03	0.22	4.65	0.94	4.82	0.97	91.89	70.31
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
41									
42									
43									
44	Total	100	100	100	100	100	100	100	100
45	Vazão total seca (kg/h)	2667.00		2667.00		2667.00		2667.00	
46	Vazão total seca (kmol/h)	21.66		22.66		23.66		24.66	
47	Vazão total úmida (kg/h)	-		-		-		-	
48	Vazão total úmida (kmol/h)	-		-		-		-	
49	NOTAS :								
50									
51									
52									
53									
54									
55									
56									
57									
58									
	Rev.	Por							
	Data	Aprovado							

PROJETO : Produção de Anilina	Balanço de calor e massa
UNIDADEE :	Pág. 2 de 2

R e v	BALANÇO DE CALOR E MASSA									
	COMPOSIÇÃO									
1	Nº CORRENTE		Feed		Fee2		Topp		Topp2	
2	Componente / pseudocomp.	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol	
3	Hidrogênio	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	Água	0	0	0	29.27	0	0	0	0	
5	Ciclohexilamina	0	0	0	0.01	0	0	0	0	
6	Nitrobenzeno	0.64	0.49	0.64	3.6	0.001	0.001	0.001	0.001	
7	Anilina	99.36	99.51	99.36	70.36	99.999	99.999	99.999	99.999	
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44	Total	100	100	100	100	100	100	100	100	
45	Vazão total seca (kg/h)	2667.00		2667.00		2667.00		2667.00		
46	Vazão total seca (kmol/h)	21.66		22.66		23.66		24.66		
47	Vazão total úmida (kg/h)	-		-		-		-		
48	Vazão total úmida (kmol/h)	-		-		-		-		
49	NOTAS :									
50										
51										
52										
53										
54										
55										
56										
57										
58										
Rev.	Por									
Data	Aprovado									

PROJETO : Produção de Anilina		Balanças de calor e matéria					
UNIDADEE : 1.000		Pág. 1 de 2					
R e v	BALANÇOS DE CALOR E MATÉRIA						
	DADOS DE OPERAÇÃO E VAZÕES						
1	CASO DE OPERAÇÃO/DESENH						
2	Nº DE CORRENTE		Bott	Bott2	Topp4	Topp3	
3	DESCRICAÇÃO						
4	6	PRESSION (1)	kg/cm ² g	3.03677	3.24958	0.2924	3.07266
5	7	TEMPERATURA	°C	245.6	245.71	24	183.51
6	8	VAZÃO TOTAL	kg/h	160.496	160.496	1818.38	1818.38
7	9	% VAPOR	%p	0	0	0	0
8	10	VAZÃO TOTAL DE VAPOR	kg/h	0	0	0	0
9	11	INCONDENSÁVEIS (N2,...)	kg/h	-	-	-	-
10	12	VAPOR DE AGUA	kg/h	-	-	-	-
11	13	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	-	-
12	14	VAZÃO TOTAL DE LIQUIDO	kg/h	160.496	160.496	1818.38	1818.38
13	15	AGUA LIVRE	kg/h	-	-	-	-
14	16	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	-	-
15	17	ENTALPIÁ TOTAL	Gcal/h	-1.23E-07	-1.23E-07	-1.43E-06	-1.43E-06
16	18	COMPOSTOS CORROSIVOS, TÓXICOS	% p / ppm p	-	-	-	-
17	19	SÓLIDOS : QUANTIDADE	%	-	-	-	-
18	20	SÓLIDOS : DIAM. PARTÍCULA	Micras	-	-	-	-
19	21	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Úmida)					
20	22	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m ³ /h	-	-	-	-
21	23	VAZÃO VOLUMÉTRICA @(1 atm, 0°C)	Nm ³ /h	-	-	-	-
22	24	PESO MOLECULAR	kg/kmol	-	-	-	-
23	25	DENSIDADE @P,T	kg/m ³	-	-	-	-
24	26	DENSIDADE @(1 atm, 0°C)	kg/Nm ³	-	-	-	-
25	27	VISCOSIDADE @T	cP	-	-	-	-
26	28	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	-	-	-	-
27	29	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	-	-	-	-
28	30	FATOR DE COMPRESIBILIDADE @P,T	~	-	-	-	-
29	31	Cp / Cv	~	-	-	-	-
30	32	ENTALPIA	Gcal/h	-	-	-	-
31	33	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para correntes de hidrocarbonetos)					
32	34	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m ³ /h	0.19662	0.19662	1.782618	2.07894
33	35	VAZÃO VOLUMÉTRICA @15 °C	m ³ /h	-	-	-	-
34	36	DENSIDADE @T	kg/m ³	816.24	816.24	1020	874.869
35	37	DENSIDADE @15°C	kg/m ³	-	-	-	-
36	38	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @T	cSt	0.3509	0.4509	0.3862	0.3862
37	39	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @50 °C	cSt	-	-	-	-
38	40	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @100°C	cSt	-	-	-	-
39	41	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @150°C	cSt	-	-	-	-
40	42	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	0.10703	0.10703	0.14825	0.1189
41	43	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	-	-	-	-
42	44	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	17.909	17.909	42.49	24.623
43	45	PRESSÃO DE VAPOR @T	kg/cm ² a	-	-	-	-
44	46	ENTALPIA	Gcal/h	-1.23E-07	-1.23E-07	-1.43E-06	-1.43E-06
45	47	MISCELÂNEOS					
46	48						
47	49						
48	50						
49	51						
50	52						
51	53	NOTAS :					
52	54	(1) A pressão e as propriedades dependentes serão confirmadas pela Eng. De detalhe com hidráulicas/isométricas finais					
53	55						
54	56						
55	57						
56	58						
Rev.		Por					
Data		Aprovado					

PROJETO :						Balanço de calor e massa			
UNIDADE DEE :						Pág. de			
R e v	BALANÇO DE CALOR E MASSA								
	COMPOSIÇÃO								
1	Nº CORRENTE	Bott		Bott2		Topp4		Topp3	
2	Componente / pseudocomp.	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol	% peso	% mol
3	Hidrogênio	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Água	0	0	0	29.27	0	0	0	0
5	Ciclohexilamina	0	0	0	0.01	0	0	0	0
6	Nitrobenzeno	0.613	7.955	0.613	3.6	0.001	0.001	0.001	0.001
7	Anilina	93.863	92.045	93.863	70.36	99.999	99.999	99.999	99.999
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
41									
42									
43									
44	Total	100	100	100	100	100	100	100	100
45	Vazão total seca (kg/h)	2667.00		2667.00		2667.00		2667.00	
46	Vazão total seca (kmol/h)	21.66		22.66		23.66		24.66	
47	Vazão total úmida (kg/h)	-		-		-		-	
48	Vazão total úmida (kmol/h)	-		-		-		-	
49	NOTAS :								
50									
51									
52									
53									
54									
55									
56									
57									
58									
	Rev.	Por							
	Data	Aprovado							

PROJETO : Produção de Anilina		Balanços de calor e matéria			
UNIDADE : 1.000		Pág. 1 de 2			
R e v	BALANÇOS DE CALOR E MATÉRIA				
	DADOS DE OPERAÇÃO E VAZÕES				
##	CASO DE OPERAÇÃO/DESENHO				
##	Nº DE CORRENTE		Bott3	Bott4	
##	DESCRIÇÃO				
##	PRESSÃO (1)	kg/cm ² g	3.24958	2.53578	
##	TEMPERATURA	°C	245.71	24	
##	VAZÃO TOTAL	kg/h	160.496	160.496	
##	% VAPOR	%p	0	0	
##	VAZÃO TOTAL DE VAPOR	kg/h	0	0	
##	INCONDENSÁVEIS (N2,...)	kg/h	-	-	
##	VAPOR DE AGUA	kg/h	-	-	
##	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	
##	VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO	kg/h	160.496	160.496	
##	AGUA LIVRE	kg/h	-	-	
##	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	
##	ENTALPIA TOTAL	Gcal/h	-1.23E-07	-1.23E-07	
##	COMPOSTOS CORROSIVOS, TÓXICOS	% p / ppm p	-	-	
##	SÓLIDOS : QUANTIDADE	%	-	-	
##	SÓLIDOS : DIAM. PARTÍCULA	Micras	-	-	
##	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Úmida)				
##	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m ³ /h	-	-	
##	VAZÃO VOLUMÉTRICA @ (1 atm, 0°C)	Nm ³ /h	-	-	
##	PESO MOLECULAR	kg/kmol	-	-	
##	DENSIDADE @P,T	kg/m ³	-	-	
##	DENSIDADE @ (1 atm, 0°C)	kg/Nm ³	-	-	
##	VISCOSIDADE @T	cP	-	-	
##	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	-	-	
##	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	-	-	
##	FATOR DE COMPRESIBILIDADE @P,T	~	-	-	
##	Cp / Cv	~	-	-	
##	ENTALPIA	Gcal/h	-	-	
##	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para correntes de hidrocarbonetos)				
##	VAZÃO VOLUMÉTRICA @P,T	m ³ /h	0.19662	0.1554	
##	VAZÃO VOLUMÉTRICA @15 °C	m ³ /h	-	-	
##	DENSIDADE @T	kg/m ³	816.24	1031	
##	DENSIDADE @15°C	kg/m ³	-	-	
##	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @T	cSt	0.2521	3.63	
##	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @50 °C	cSt	-	-	
##	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @100°C	cSt	-	-	
##	VISCOSIDADE CINEMÁTICA @150°C	cSt	-	-	
##	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m °C	0.10703	0.1462	
##	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	-	-	
##	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	17.909	17.909	
##	PRESSÃO DE VAPOR @T	kg/cm ² a	-	-	
##	ENTALPIA	Gcal/h	-1.23E-07	-1.23E-07	
##	MISCELÂNEOS				
##					
##					
##					
##					
##	NOTAS :				
##	(1) A pressão e as propriedades dependentes serão confirmadas pela Eng. De detalhe com hidráulicas/isométricas finais				
##					
##					
##					
##					
Rev.	Por				
Data	Aprovado				

PROJETO :	Produção de Anilina	Balanco de calor e massa
UNIDADEE :		Pág. 2 de 2

R e v	BALANÇO DE CALOR E MASSA									
	COMPOSIÇÃO									
1										
2	Nº CORRENTE	Bott3		Bott4						
3	Componente / pseudocomp.	% peso	% mol	% peso	% mol					
4	Hidrogênio	0	0	0	0					
5	Água	0	0	0	0					
6	Ciclohexilamina	0	0	0	0					
7	Nitrobenzeno	0.613	7.955	7.95	0.613					
8	Anilina	93.863	92.045	92.04	93.86					
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44	Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100
45	Vazão total seca (kg/h)	2667.00		2667.00		2667.00		2667.00		
46	Vazão total seca (kmol/h)	21.66		22.66		23.66		24.66		
47	Vazão total úmida (kg/h)	-		-		-		-		
48	Vazão total úmida (kmol/h)	-		-		-		-		
49	NOTAS :									
50										
51										
52										
53										
54										
55										
56										
57										
58										
	Rev.	Por								
	Data	Aprovado								

5. Folhas de Especificação de Recipientes, Torres e Reatores

PROJETO	Planta Anilina	EQUIPAMENTO n	C - 1
UNIDADE :	1	Pág.	1 de 1

R e v	RECIPIENTES VERTICAIS									
	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO									
1										
2	EQUIPAMENTO Nº	1								
3	SERVIÇO	Hidrogenação								
4	CONDIÇÕES	PRESSÃO (kg/cm ² g)								
5	POSIÇÃO (1)	Topo		Fundo		TEMPERATURA (°C)		Topo		Fundo
6	DE OPERAÇÃO NORMAL	2,06377		1,36377		270		195,1		
7	DE DESENHO MECÂNICO	3,81377		3,81377		?		?		
8	DE DESENHO MECÂNICO ALT. (regeneração, pem, EOR, etc.)	-		-		-		-		
9	DE DESENHO MECÂNICO A VÁCUO	-		-		-		-		
10	À MÍNIMA TEMPERATURA (despressurização, etc)	-		-		-		-		
11	DE LIMPEZA COM VAPOR/INERTIZADO	-		-		-		-		
12	CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO					ESQUEMA				
13	FLUÍDO	Nitrobenzeno e Hidrogenio								
14	COMPOSTOS. CORROSIVOS	Hidrogenio								
15	TEOR (% / ppm p)	-								
16	DENSIDADE LÍQ. LEVE @T (kg/m3)	1,289								
17	DENSIDADE LÍQ. PESADO @T (kg/m3)	1,65								
18	NÍVEL MÁXIMO LÍQUIDO (mm)	-								
19	MATERIAL									
20		Material	Sob. Corrosão	Trat. Térmico						
21	Envoltente	Aço inoxidável	3mm	-						
22	Fundo	Aço inoxidável	3mm	-						
23	Internos	Aço inoxidável	3mm	-						
24	Pratos	Aço inoxidável	3mm	-						
25	Isolamento	-								
26	CONEXÕES									
27	SIGLA	Nº	DIA (")	BRIDA	Serviço					
28	A	-	-	-	Alimentação					
29	B	-	-	-	Produto					
30	C	-	-	-	Cam a Catalítica					
31	D	-	-	-	Camisa					
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										
49										
50										
51	NOTAS :									
52	(1) Para colunas y recipientes cheios de líquido indicar P, T em topo e fundo em operação normal y em desenho.									
53										
54										
55										
56										
57										
58										

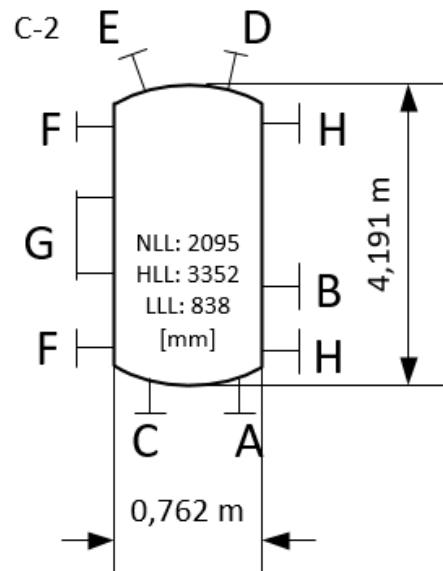
Indicar regiões com recobrimentos, diferente material, CA, T de projeto e/ou isolamentos, enjaquetados...

Rev.	Por						
Data	Aprovado						

PROJETO:	Produção de anilina	EQUIPAMENTO nº	C-2
UNIDADE:	Separação trifásica	Pág.	1 de 1

R e v	RECIPIENTES VERTICAIS							
	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO							
1								
2	EQUIPAMENTO Nº	C-2						
3	SERVIÇO	Separador trifásico						
4	CONDIÇÕES		PRESSÃO (kg/cm² g)		TEMPERATURA (°C)			
5	POSIÇÃO (1)		Topo	Fundo	Topo	Fundo		
6	DE OPERAÇÃO NORMAL		0	0	44.22	44.22		
7	DE DESENHO MECÂNICO		1.75	1.75	80	80		
8	DE DESENHO MECÂNICO ALT. (regeneração, pem, EOR, etc.)		-	-	-	-		
9	DE DESENHO MECÂNICO A VÁCUO							
10	À MÍNIMA TEMPERATURA (despressurização, etc)		-		-			
11	DE LIMPEZA COM VAPOR/INERTIZADO		-		-			
12	CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO				ESQUEMA			
13	FLUÍDO		Orgânico					
14	COMPOSTOS. CORROSIVOS		Não					
15	TEOR (% / ppm p)		-					
16	DENSIDADE LÍQ. LEVE @T (kg/m³)		994					
17	DENSIDADE LÍQ. PESADO @T (kg/m³)		1002					
18	NÍVEL MÁXIMO LÍQUIDO (mm)		3352					
19	MATERIAL							
20		Material	Sob. Corrosão	Trat. Térmico				
21	Envoltente	Al (2)	3 mm	-				
22	Fundo	Al	3 mm	-				
23	Internos	Al	3 mm	-				
24	Pratos	Al	3 mm	-				
25	Isolamento	Sim						
26	CONEXÕES							
27	SIGLA	Nº	DIA (")	BRIDA	Serviço			
28	A		1 1/2		Saída líquido pesado			
29	B		1 1/2		Saída líquido leve			
30	C		2		Purga de líquido			
31	D		6		Saída gasosa			
32	E		6		Válvula de segurança			
33	F		2		Instrumentação de nível 1			
34	G		24		Acesso de inspeção			
35	H		2		Instrumentação de nível 2			
36								
37								
38								
39								
40								
41								
42								
43								
44								
45								
46								
47								
48								
49								
50								
51	NOTAS :							
52	(1) Para colunas e recipientes cheios de líquido indicar P, T em topo e fundo em operação normal e em desenho.							
53	(2) Aço inoxidável							
54								
55								
56								
57								
58								

Rev.	Por						
Data	Aprovado						



Indicar regiões com recobrimentos, diferente material, CA, T de projeto e/ou isolamentos, enjaquetados...

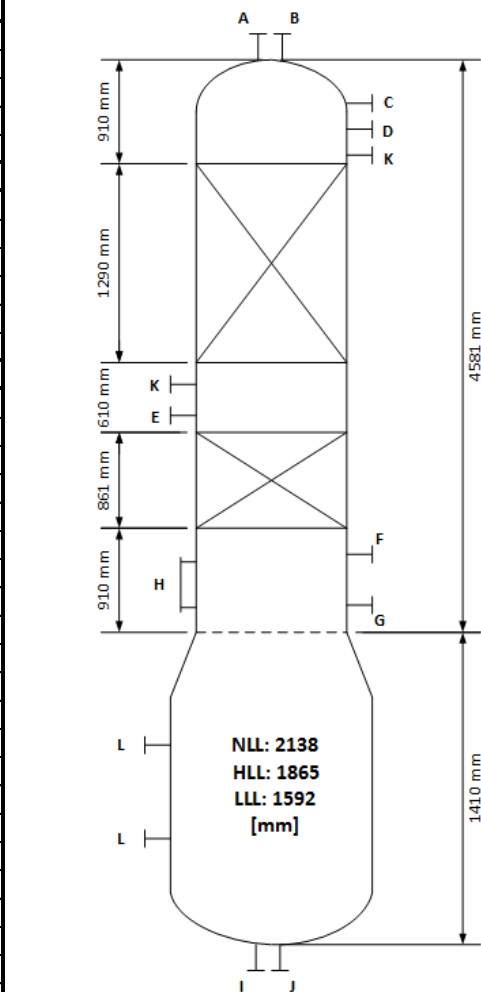
PROJETO:	Produção de anilina	EQUIPAMENTO nº	C-3
UNIDADE:	Coluna de desidratação	Pág.	1 de 1

R e v	RECIPIENTES HORIZONTAIS							
	1 CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO							
	2 EQUIPAMENTO N° C-3							
	3 SERVIÇO Pulmão para alimentação à coluna C-4							
	4 CONDIÇÕES		PRESSÃO (kg/cm² g)		TEMPERATURA (°C)			
	5 DE OPERAÇÃO NORMAL		0		44.22			
	6 DE PROJETO MECÂNICO		1.75		80			
	7 DE DESENHO MECÂNICO ALT. (regeneração, pem, EOR, etc.)		-		-			
	8 DE DESENHO MECÂNICO A VÁCUO		-		-			
	9 A MÍNIMA TEMPERATURA (despressurização, etc)		-		-			
	10 DE LIMPEZA COM VAPOR/INERTIZADO		-		-			
11 ESQUEMA								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31	Indicar regiões com recobrimentos, diferente material, CA, T de projeto e/ou isolamentos, enjaquetados...							
32	CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO				CONEXÕES			
33	FLUÍDO	ORGÂNICO	SIGLA	Nº	DIA (")	BRIDA	SERVIÇO	
34	COMP. CORROSIVOS	NÃO	A		1 1/2		Saída de líquido	
35	TEOR (% / ppm p)	-	B		1 1/2		Entrada de líquido	
36	DENS. LÍQ. LEVE @T (kg/m³)	(1)	C		2		Purga de líquido	
37	DENS. LÍQ. PES. @T (kg/m³)	1002	D		20		Acesso de inspeção	
38	NÍVEL MÁXIMO LÍQ. (mm)		E		2		Válvula de segurança	
39	MATERIAL			G	2		Instrumentação de nível	
40		Material	Sob. Corrosão	Trat. Térmico				
41	Envolvente	AC	3 mm	-				
42	Fundos	AC	3 mm	-				
43	Internos	AC	3 mm	-				
44	Isolamento	Sim						
45	NOTAS :							
46	(1) Presença majoritária de somente uma fase							
47								
48								
49								
50								
51								
52								
53								
54								
55								
56								
57								
58								
Rev.	Por							
Data	Aprovado							

PROJETO: Produção de anilina		EQUIPAMENTO nº C-4	
UNIDADE: Coluna de desidratação		Pág. 1 de 2	

R e v	RECIPIENTES VERTICAIS			
	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO			
1	EQUIPAMENTO Nº C-4			
2	SERVIÇO Coluna de desidratação			
3	CONDIÇÕES			
4	PRESSÃO (kg/cm² g)		TEMPERATURA (°C)	
5	Topo		Fundo	
6	Topo		Fundo	
7	Topo		Fundo	
8	Topo		Fundo	
9	Topo		Fundo	
10	Topo		Fundo	
11	Topo		Fundo	
12	CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO			
13	FLUÍDO		Orgânico	
14	COMPOSTOS. CORROSIVOS		Não	
15	TEOR (% / ppm p)		-	
16	DENSIDADE LÍQ. LEVE @T (kg/m³)		946.4	
17	DENSIDADE LÍQ. PESADO @T (kg/m³)		948.8	
18	NÍVEL MÁXIMO LÍQUIDO (mm)		2138	
19	MATERIAL			
20		Material	Sob. Corrosão	Trat. Térmico
21	Envoltivo	AC	3 mm	-
22	Fundo	AC	3 mm	-
23	Internos	AC	3 mm	-
24	Pratos	AC	3 mm	-
25	Isolamento	Sim		
26	CONEXÕES			
27	SIGLA	Nº	DIA (")	BRIDA
28	A		3 1/2	Saída para condensador
29	B		2	Purga de vapor
30	C		3/5	Entrada de refluxo leve
31	D		3/5	Entrada de refluxo pesado
32	E		1 1/2	Entrada de alimentação
33	F		2	Indicador de nível superior
34	G		2	Indicador de nível inferior
35	H		24	Boca de inspeção
36	I		4	Saída para retervedor
37	J		2	Purga de líquido
38	K		2	Indicador de temperatura
39	L		8	Entrada/saída de vapor
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				
51	NOTAS :			
52	(1) Para colunas e recipientes cheios de líquido indicar P, T em topo e fundo em operação normal e em desenho.			
53				
54				
55				
56				
57				
58				

Rev.	Por						
Data	Aprovado						



Indicar regiões com recobrimentos, diferente material, CA, T de projeto e/ou isolamentos, enjaquetados...

PROJETO: Produção de anilina		EQUIPAMENTO nº C-4	
UNIDADE: Coluna de desidratação		Pág. 2 de 2	

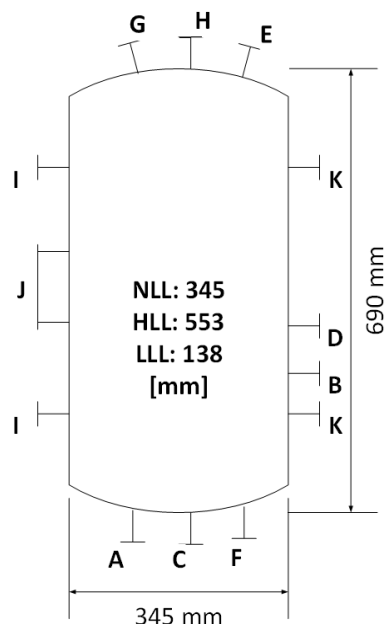
R e v	PRATOS / RECHEIOS					
1						
2	EQUIPAMENTO Nº	C-4				
3	SERVIÇO / CASO DE DESENHO :	Desidratação de anilina				
4	SEÇÕES DE FRACIONAMENTO (1)					
5	SEÇÃO	Enriquecimento			Esgotamento	
6	DE PRATO REAL / A PRATO REAL	DE 1	A 3	DE 4	A 5	
7	PRESSÃO, P	Kg/cm ² g	2.06	2.27	2.37	2.47
8	PERDA DE PRESSÃO ADMISSÍVEL	kg/cm ²	0.21		0.1	
9	NÚMERO DE PRATOS	-	5			
10	CALOR RETIRADO NA SEÇÃO (2)	Gcal/h	-0.074		0.098	
11	VAPOR AO PRATO					
12	VAZÃO MÁSSICA	kg/h	838.77	747.95	234.6	299.84
13	VAZÃO VOLUMÉTRICA @ P,T	m ³ /h				
14	DENSIDADE @ P,T	Kg/m ³				
15	VISCOSIDADE @ T	cP				
16	TEMPERATURA, T	°C	118.8	136.6	146.2	178.3
17	VAZÃO DE OPERAÇÃO MÁX. / MÍN.	%	-		-	
18	LÍQUIDO DO PRATO					
19	VAZÃO MÁSSICA	kg/h	83.1	1917.5	2031.8	2462
20	VAZÃO VOLUMÉTRICA @ P,T	m ³ /h				
21	DENSIDADE @ T	Kg/m ³				
22	VISCOSIDADE @ T	cSt				
23	TENSÃO SUPERFICIAL @ P,T	Dinas/cm				
24	TEMPERATURA, T	°C	118.8	136.6	146.2	178.3
25	VAZÃO DE OPERAÇÃO MÁX. / MÍN.	%	-		-	
26	CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA					
27	SYSTEM (FOAMING) FACTOR	-	-			
28	TENDÊNCIA AO FOULING (baixo/moderado/alto)	-	-			
29	COMP. CORROSIVOS / TEOR	% p / ppm p	-			
30	LIMITAÇÕES EM PROJETO DE PRATOS (3)					
31	JET FLOODING, MÁX.	%	-			
32	DOWNCOMER BACKUP, MÁX.	%	-			
33	CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS (4)					
34	DIÂMETRO INTERIOR DA COLUNA	mm	304.5			
35	NÚMERO DE PRATOS	-	5			
36	DISTÂNCIA ENTRE PRATOS	mm	430.2			
37	NÚMERO DE PASSES POR PRATO	-	1			
38	TIPO DE PRATO (Perforado, válvulas,...)	-	-			
39	ALTURA DE RECHEIO	mm	2151			
40	TIPO DE RECHEIO	-	Pall rings - Random			
41	NOTAS :					
42	(1) Pratos numerado de cima para baixo. Dividir a coluna em seções com uma variação não superior a +/- 10% no tráfego de					
43	correntes. Especificar separadamente os pratos de alimentação e extração total ou parcial.					
44	(3) Valor positivo é calor agregado, negativo calor retirado.					
45	(3) Para revamps, flooding e downcomer backup máximos será objeto de recomendação/discussão com o vendedor.					
46	(4) A confirmar por engenharia de detalhe/vendedor					
47						
48						
49						
50						
51						
52						
53						
54						
55						
56						
57						
58	Para materiais ver folha de seleção de materiais.					

Rev.	Por					
Data	Aprovado					

PROJETO: Produção de anilina		EQUIPAMENTO nº C-5	
UNIDADE: Coluna de desidratação		Pág. 1 de 1	

R e v	RECIPIENTES VERTICAIS				
	1				
	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO				
2	EQUIPAMENTO Nº	C-5			
3	SERVIÇO	Regulador dos refluxos à coluna C-4			
4	CONDIÇÕES	PRESSÃO (kg/cm² g)		TEMPERATURA (°C)	
5	POSIÇÃO (1)	Topo	Fundo	Topo	Fundo
6	DE OPERAÇÃO NORMAL	0.21	0.21	103.7	103.7
7	DE DESENHO MECÂNICO	1.96	1.96	133.7	133.7
8	DE DESENHO MECÂNICO ALT. (regeneração, pem, EOR, etc.)	-	-	-	-
9	DE DESENHO MECÂNICO A VÁCUO				
10	À MÍNIMA TEMPERATURA (despressurização, etc)	-		-	
11	DE LIMPEZA COM VAPOR/INERTIZADO	-		-	
12	CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO		ESQUEMA		
13	FLUÍDO	Orgânico			
14	COMPOSTOS. CORROSIVOS	Não			
15	TEOR (% / ppm p)	-			
16	DENSIDADE LÍQ. LEVE @T (kg/m3)	946.4			
17	DENSIDADE LÍQ. PESADO @T (kg/m3)	948.8			
18	NÍVEL MÁXIMO LÍQUIDO (mm)	553			
19	MATERIAL				
20		Material	Sob. Corrosão	Trat. Térmico	
21	Envoltivo	AC	3 mm	-	
22	Fundo	AC	3 mm	-	
23	Internos	AC	3 mm	-	
24	Pratos	AC	3 mm	-	
25	Isolamento	Sim			
26	CONEXÕES				
27	SIGLA	Nº	DIA (")	BRIDA	Serviço
28	A		3/5		Saída líquido leve - refluxo
29	B		3/5		Saída líquido pesado - refluxo
30	C		3/5		Saída líquido leve - produto
31	D		3/5		Saída líquido pesado - produto
32	E		6		Saída gasosa
33	F		2		Purga de líquido
34	G		3 1/2		Entrada de condensado
35	H		6		Válvula de segurança
36	I		2		Instrumentação de nível 1
37	J		24		Boca de inspeção
38	K		2		Instrumentação de nível 2
39					
40					
41					
42					
43					
44					
45					
46					
47					
48					
49					
50	Indicar regiões com recobrimentos, diferente material, CA, T de projeto e/ou isolamentos, enjaquetados...				
51	NOTAS:				
52	(1) Para colunas e recipientes cheios de líquido indicar P, T em topo e fundo em operação normal e em desenho.				
53					
54					
55					
56					
57					
58					

Rev.	Por						
Data	Aprovado						

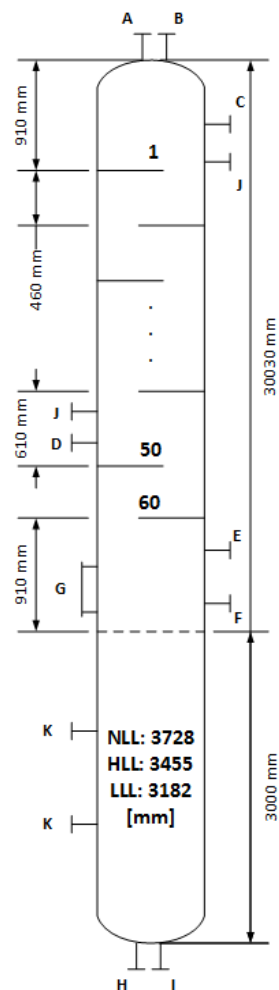


PROJETO:	Produção de anilina	EQUIPAMENTO nº	C-6
UNIDADE:	Coluna de enriquecimento	Pág.	1 de 1

R	RECIPIENTES HORIZONTAIS						
e							
v							
1	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO						
2	EQUIPAMENTO N° C-6						
3	SERVIÇO Pulmão para alimentação à coluna C7						
4	CONDIÇÕES		PRESSÃO (kg/cm² g)		TEMPERATURA (°C)		
5	DE OPERAÇÃO NORMAL		1.02		183.38		
6	DE PROJETO MECÂNICO		2.75		213.38		
7	DE DESENHO MECÂNICO ALT. (regeneração, pem, EOR, etc.)		-		-		
8	DE DESENHO MECÂNICO A VÁCUO		-		-		
9	A MINIMA TEMPERATURA (despressurização, etc)		-		-		
10	DE LIMPEZA COM VAPOR/INERTIZADO		-		-		
11	ESQUEMA						
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31	Indicar regiões com recobrimentos, diferente material, CA, T de projeto e/ou isolamentos, enjaquetados...						
32	CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO				CONEXÕES		
33	FLUÍDO	ORGÂNICO	SIGLA	Nº	DIA (")	BRIDA	SERVIÇO
34	COMP. CORROSIVOS	NÃO	A		2		Saída de líquido
35	TEOR (% / ppm p)	-	B		2		Entrada de líquido
36	DENS. LÍQ. LEVE @T (kg/m³)	(1)	C		2		Purga de líquido
37	DENS. LÍQ. PES. @T (kg/m³)	874.87	D		20		Acesso de inspeção
38	NÍVEL MÁXIMO LÍQ. (mm)		E		2		Válvula de segurança
39	MATERIAL			G	2		Instrumentação de nível
40		Material	Sob. Corrosão	Trat. Térmico			
41	Envoltente	AC	3 mm	-			
42	Fundos	AC	3 mm	-			
43	Internos	AC	3 mm	-			
44	Isolamento	Sim					
45	NOTAS :						
46	(1) Fluido totalmente condensado, uma única fase.						
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							
55							
56							
57							
58							
	Rev.	Por					
	Data	Aprovado					

PROJETO:	Produção de anilina	EQUIPAMENTO nº	C-7
UNIDADE:	Coluna de enriquecimento	Pág.	1 de 2

R e v	RECIPIENTES VERTICAIS							
	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO							
1	EQUIPAMENTO Nº C-7							
2	SERVIÇO Purificação de anilina							
3	CONDICÕES							
4	PRESSÃO (kg/cm ² g)		TEMPERATURA (°C)					
5	Topo		Fundo		Topo			
6	Fundo		Topo		Fundo			
7	0.088		3.04565		183.38			
8	4.85		4.85		275.69			
9	-		-		-			
10	-		-		-			
11	-		-		-			
12	CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO							
13	FLUÍDO				Orgânico			
14	COMPOSTOS. CORROSIVOS				Não			
15	TEOR (% / ppm p)				-			
16	DENSIDADE LÍQ. LEVE @T (kg/m3)				874.87			
17	DENSIDADE LÍQ. PESADO @T (kg/m3)				-			
18	NÍVEL MÁXIMO LÍQUIDO (mm)				2100			
19	MATERIAL							
20		Material	Sob. Corrosão	Trat. Térmico				
21	Envolvente	AC	3 mm	-				
22	Fundo	AC	3 mm	-				
23	Internos	AC	3 mm	-				
24	Pratos	AC	3 mm	-				
25	Isolamento	Sim						
26	CONEXÕES							
27	SIGLA	Nº	DIA (")	BRIDA	Serviço			
28	A				Saída para o condensador			
29	B		2		Purga de vapor			
30	C		2		Entrada refluxo			
31	D		1 1/2		Entrada Alimentação			
32	E		2		Indicador de nível superior			
33	F		2		Indicador de nível inferior			
34	G		24		Boca de inspeção			
35	H		4		Saída para retervedor			
36	I		2		Purga de líquido			
37	J		2		Indicador de Temperatura			
38	K		8		Entrada/saída de vapor			
39								
40								
41								
42								
43								
44								
45								
46								
47								
48								
49								
50								
51	NOTAS:							
52	(1) Para colunas e recipientes cheios de líquido indicar P, T em topo e fundo em operação normal e em desenho.							
53								
54								
55								
56								
57								
58								
Rev.		Por						
Data		Aprovado						



Indicar regiões com recobrimentos, diferente material, CA, T de projeto e/ou isolamentos, enjaquetados...

PROJETO: Produção de anilina		EQUIPAMENTO nº C7	
UNIDADE: Coluna de destilação		Pág. 2 de 2	

R e v	PRATOS / RECHEIOS					
	1					
1	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO					
2	EQUIPAMENTO Nº	C-7				
3	SERVIÇO / CASO DE DESENHO :	Purificação de anilina				
4	SEÇÕES DE FRACIONAMENTO (1)					
5	SEÇÃO	Enriquecimento			Esgotamento	
6	DE PRATO REAL / A PRATO REAL	DE 1	A 50	DE 51	A 60	
7	PRESSÃO, P	Kg/cm ² g	1.02	3.57	3.62	4.08
8	PERDA DE PRESSÃO ADMISSÍVEL	kg/cm ²	2.55		0.46	
9	NÚMERO DE PRATOS	-	60			
10	CALOR RETIRADO NA SEÇÃO (2)	Gcal/h	-452.49		442.95	
11	VAPOR AO PRATO					
12	VAZÃO MÁSSICA	kg/h	3964.99	4331.1	4338.42	4422.92
13	VAZÃO VOLUMÉTRICA @ P,T	m ³ /h				
14	DENSIDADE @ P,T	Kg/m ³				
15	VISCOSIDADE @ T	cP				
16	TEMPERATURA, T	°C	183.38	237.43	238.15	245.69
17	VAZÃO DE OPERAÇÃO MÁX. / MÍN.	%	-		-	
18	LÍQUIDO DO PRATO					
19	VAZÃO MÁSSICA	kg/h	2162.95	4498.92	4506.25	160.49
20	VAZÃO VOLUMÉTRICA @ P,T	m ³ /h				
21	DENSIDADE @ T	Kg/m ³				
22	VISCOSIDADE @ T	cSt				
23	TENSÃO SUPERFICIAL @ P,T	Dinas/cm				
24	TEMPERATURA, T	°C	183.38	237.43	238.15	245.69
25	VAZÃO DE OPERAÇÃO MÁX. / MÍN.	%	-		-	
26	CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA					
27	SYSTEM (FOAMING) FACTOR	-	-			
28	TENDÊNCIA AO FOULING (baixo/moderado/alto)	-	-			
29	COMP. CORROSIVOS / TEOR	% p / ppm p	-			
30	LIMITAÇÕES EM PROJETO DE PRATOS (3)					
31	JET FLOODING, MÁX.	%	-			
32	DOWNCOMER BACKUP, MÁX.	%	-			
33	CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS (4)					
34	DIÂMETRO INTERIOR DA COLUNA	mm	682			
35	NÚMERO DE PRATOS	-	60			
36	DISTÂNCIA ENTRE PRATOS	mm	460			
37	NÚMERO DE PASSES POR PRATO	-	1			
38	TIPO DE PRATO (Perforado, válvulas,...)	-	Válvulas			
39	ALTURA DE RECHEIO	mm	-			
40	TIPO DE RECHEIO	-	-			
41	NOTAS :					
42	(1) Pratos numerado de cima para baixo. Dividir a coluna em seções com uma variação não superior a +/- 10% no tráfego de correntes. Especificar separadamente os pratos de alimentação e extração total ou parcial.					
43	(3) Valor positivo é calor agregado, negativo calor retirado.					
44	(3) Para revamps, flooding e downcomer backup máximos será objeto de recomendação/discussão com o vendedor.					
45	(4) A confirmar por engenharia de detalhe/vendedor					
46						
47						
48						
49						
50						
51						
52						
53						
54						
55						
56						
57						
58	Para materiais ver folha de seleção de materiais.					

Rev.	Por					
Data	Aprovado					

PROJETO: Produção de anilina		EQUIPAMENTO nº C-8	
UNIDADE: Coluna de enriquecimento		Pág. 1 de 1	
Rev	RECIPIENTES HORIZONTAIS		
1	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO		
2	EQUIPAMENTO	C-8	
3	SERVIÇO	Regulador do refluxo à coluna C-7	
4	CONDIÇÕES	PRESSÃO (kg/cm² g)	TEMPERATURA (°C)
5	DE OPERAÇÃO NORMAL	1.02	183.38
6	DE PROJETO MECÂNICO	2.75	213.38
7	DE DESENHO MECÂNICO ALT. (regeneração, pem, EOR, etc.)	-	-
8	DE DESENHO MECÂNICO A VÁCUO	-	-
9	A MINIMA TEMPERATURA (despressurização, etc)	-	-
10	DE LIMPEZA COM VAPORE/INERTIZADO	-	-
11	ESQUEMA		
12			
13	Indicar regiões com recobrimentos, diferente material, CA, T de projeto e/ou isolamentos, enjaquetados...		
14	CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO		CONEXÕES
15	FLUÍDO	Orgânico	SIGLA Nº DIA (") BRIDA SERVIÇO
16	COMP. CORROSIVOS	Não	A 2 Saída de líquido
17	TEOR (% / ppm p)	-	B 2 Entrada de líquido
18	DENS. LÍQ. LEVE @T (kg/m³)	(1)	C 2 Purga de líquido
19	DENS. LÍQ. PES. @T (kg/m³)	874.87	D 20 Acesso de inspeção
20	NÍVEL MÁXIMO LÍQ. (mm)	895.57	E 2 Válvula de segurança
21	MATERIAL		G 2 Instrumentação de nível
22	Material	Sob. Corrosão	Trat. Térmico
23	Envolvente	AC	3 mm -
24	Fundos	AC	3 mm -
25	Internos	AC	3 mm -
26	Isolamento	Sim	
27	NOTAS :		
28	(1) Fluido totalmente condensado, uma única fase.		
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			

6. Folhas de Especificação de Trocadores de Calor

PROJETO : Produção de Anilina		EQUIPAMENTO n° E - 1	
UNIDADE : Trocador para aquecer a anilina		Pág. 1 de 2	
R e v	TROCADORES DE CALOR		
1	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO		
2	EQUIPAMENTO Nº	E - 1	
3	CASO DE DESENHO	Aquecer a anilina	
4	SERVIÇO	Pré-aquecer a anilina que alimentará o reator	
5	TIPO (casco-tubos / placas / tubo duplo)	Tubos Concêntricos	TIPO TEMA -
6	DISPOSIÇÃO (Horiz. / Vert.)	Horizontal	Circulação (Termosif., forçada) Forçada
7	NÚMERO DE CARÇAÇAS ESTIMADAS	-	Em série / paralelo - -
8	CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO E CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO		
9	LADO	CASCO	TUBO
10	COMPONENTES CORROSIVOS / TEOR (% p)	-	-
11	NATUREZA	Vapor de água	Corrente Orgânica
12		Entrada	Salida
13	VAZÃO TOTAL	kg/h	-
14	VAZÃO TOTAL DE VAPOR ÚMIDO	kg/h	-
15	INCONDENSÁVEIS (N2,...)	kg/h	-
16	VAPOR DE ÁGUA	kg/h	-
17	HIDROCARBONETOS	kg/h	-
18	VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO	kg/h	-
19	ÁGUA LIVRE	kg/h	-
20	HIDROCARBONETOS	kg/h	-
21	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Húmida)	-	-
22	PESO MOLECULAR	kg/kmol	-
23	DENSIDADE @P,T	Kg/m³	-
24	VISCOSIDADE @T	cP	-
25	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	-
26	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	-
27	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para hidroc.)	-	-
28	DENSIDADE @P,T	kg/m³	-
29	VISCOSIDADE @T	cSt	-
30	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	-
31	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	-
32	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	-
33	TEMPERATURA	°C	-
34	PRESSÃO DE ENTRADA	kg/cm² g	-
35	PERDA DE CARGA PERMITIDA	kg/cm²	-
36	FATOR DE DEPOSIÇÃO	m² h°C / kcal	-
37	CALOR TROCADO	Gcal/h	-
38	VAZÃO E CALOR TROCADO MÁX.	%	-
39	PERDA DE CARGA PERMIT. A VAZÃO MÁX.	kg/cm²	-
40	CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO		
41	CONDIÇÕES DE...	Pressão	Temperatura
42	PROJETO MECÂNICO	kg/cm² g ; °C	-
43	PROJETO MECÂNICO A VAZIO	kg/cm² g ; °C	-
44	À MÍNIMA TEMPERATURA	kg/cm² g ; °C	-
45		kg/cm² g ; °C	-
46	FLUSHING OU STEAM OUT	kg/cm² g ; °C	-
47	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y LIMITACIONES NO PROJETO TÉRMICO (1)		
48	MÁX. DIÂMETRO CASCO (60 polegadas)	-	MÁXIMO PESO DO FEIXE (10-20 t)
49	DIÂMETRO EXTERIOR TUBOS (3/4 pulgada)	-	MÍNIMO ESPESSURA (BWG)
50	COMPRIMENTO TUBOS (20 ft)	20	PITCH (1 pulgada) / TIPO
51	VEL. MÁX./ MÍN. PERMITIDA TUBOS (m/s)	-	VEL. MÁX./ MÍN. PERM.CASCO (m/s)
52	NOTAS :		
53	(1) Trocador de tubos concêntricos		
54	(2) Área de troca térmica: 4,4 m²		
55			
56			
57	Curvas de condensação/vaporização em folha anexo se procede.		
58	Para materiais ver folha de seleção de materiais.		
Rev.	Por		
Data	Aprovado		

		PROJETO : Produção de Anilina UNIDADEE : Trocador para aquecer a anilina								EQUIPAMENTO n° E-1 Pág. 2 de 2			
R e v	TROCADORES DE CALOR												
	CURVAS DE CONDENSAÇÃO OU EVAPORAÇÃO												
1													
2	LADO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Notas
3	Posição		Entrada									Saída	
4	Temperatura, T	°C											
5	Pressão, P	kg/cm ² g											
6	Vazão vapor (úmida)	kg/h											
7	Vazão de líquido (seca)	kg/h											
8	Vazão de água livre	kg/h											
9	Calor latente	kcal/kg											
10	Calor trocado	kcal/h											
11	Fase vapor (úmida)												
12	Peso molecular	kg/kmol											
13	DENSIDADE @P,T	kg/m ³											
14	VISCOSIDADE @T	cSt											
15	Cond. térmica @T	kcal/h m °C											
16	Calor específico @T	kcal/kg °C											
17	Fase líquida (seca)												
18	DENSIDADE @T	kg/m ³											
19	VISCOSIDADE @T	cP											
20	Cond. térmica @T	kcal/h m °C											
21	Calor específico @T	kcal/kg °C											
22	Tensão superf. @P,T	dinas/cm											
23	LADO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Notas
24	Posição		Entrada									Saída	
25	Temperatura, T	°C											
26	Pressão, P	kg/cm ² g											
27	Vazão vapor (úmida)	kg/h											
28	Vazão de líquido (seca)	kg/h											
29	Vazão de água livre	kg/h											
30	Calor latente	kcal/kg											
31	Calor trocado	kcal/h											
32	Fase vapor (úmida)												
33	Peso molecular	kg/kmol											
34	DENSIDADE @P,T	kg/m ³											
35	VISCOSIDADE @T	cP											
36	Cond. térmica @T	kcal/h m °C											
37	Calor específico @T	kcal/kg °C											
38	Fase líquida (seca)												
39	DENSIDADE @T	kg/m ³											
40	VISCOSIDADE @T	cSt											
41	Cond. térmica @T	kcal/h m °C											
42	Calor específico @T	kcal/kg °C											
43	Tensão superf. @P,T	dinas/cm											
44	NOTAS :												
45													
46													
47													
48													
49													
50													
51													
52													
53													
54													
55													
56													
57													
58													
Rev.		Por											
Data		Aprovado											

PROJETO : Produção de Anilina		EQUIPAMENTO n° E - 3	
UNIDADE : Trocador para resfriar os produtos da reação		Pág. 1 de 2	

R e v	TROCADORES DE CALOR					
	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO					
1	EQUIPAMENTO Nº		E - 3			
2	CASO DE DESENHO		Resfriar a corrente orgânica			
3	SERVIÇO		Resfriar os produtos oriundos do leito fluidizado			
4	TIPO (casco-tubos / placas / tubo duplo)		Casco-tubo	TIPO TEMA		AES
5	DISPOSIÇÃO (Horiz. / Vert.)		Horizontal	Circulação (Termosif., forçada)		Forçada
6	NÚMERO DE CARÇAÇAS ESTIMADAS		-	Em série / paralelo		- -
7	CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO E CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO					
8	LADO		CASCO		TUBOS	
9	COMPONENTES CORROSIVOS / TEOR (% p)		-	-	-	-
10	NATUREZA		Corrente Orgânica		Água de Refrigeração	
11			Entrada	Salida	Entrada	Salida
12	VAZÃO TOTAL	kg/h	3019	932.5	-	-
13	VAZÃO TOTAL DE VAPOR ÚMIDO	kg/h	3019	929.6	-	-
14	INCONDENSÁVEIS (N2,...)	kg/h	1312.0574	404.00416	-	-
15	VAPOR DE ÁGUA	kg/h	1176.8062	362.35808	-	-
16	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	-	-
17	VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO	kg/h	-	2.133	-	-
18	ÁGUA LIVRE	kg/h	-	0.8314434	-	-
19	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	-	-
20	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Húmida)		-	-	-	-
21	PESO MOLECULAR	kg/kmol	24.28	3.405	-	-
22	DENSIDADE @P,T	Kg/m³	1.284	0.214	-	-
23	VISCOSIDADE @T	cP	1.93	8.53	-	-
24	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	7.79	0.139	-	-
25	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	575.05	2041	-	-
26	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para hidroc.)		-	-	-	-
27	DENSIDADE @P,T	kg/m³	-	997.1	-	-
28	VISCOSIDADE @T	cSt	-	1.921	-	-
29	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	-	0.195	-	-
30	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	-	478.5	-	-
31	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	-	47.33	-	-
32	TEMPERATURA	°C	270	50	24	49
33	PRESSÃO DE ENTRADA	kg/cm² g	2.388		8	
34	PERDA DE CARGA PERMITIDA	kg/cm²	0.7		0.7	
35	FATOR DE DEPOSIÇÃO	m² h°C / kcal	0.0003		0.0004	
36	CALOR TROCADO	Gcal/h	1.05		1.05	
37	VAZÃO E CALOR TROCADO MÁX.	%	110		110	
38	PERDA DE CARGA PERMIT. A VAZÃO MÁX.	kg/cm²	-		-	
39	CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO					
40	CONDIÇÕES DE...		Pressão	Temperatura	Pressão	Temperatura
41	PROJETO MECÂNICO	kg/cm2 g ; °C	4.138	297	9.75	54
42	PROJETO MECÂNICO A VAZIO	kg/cm2 g ; °C	-	-	-	-
43	À MÍNIMA TEMPERATURA	kg/cm2 g ; °C	-	-	-	-
44		kg/cm2 g ; °C	-	-	-	-
45	FLUSHING OU STEAM OUT	kg/cm2 g ; °C	-	-	-	-
46	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y LIMITACIONES NO PROJETO TÉRMICO (1)					
47	MÁX. DIÂMETRO CASCO (60 polegadas)	-	MÁXIMO PESO DO FEIXE (10-20 t)		-	
48	DIÂMETRO EXTERIOR TUBOS (3/4 pulgada)	-	MÍNIMO ESPESURA (BWG)		-	
49	COMPRIMENTO TUBOS (20 ft)	20	PITCH (1 pulgada) / TIPO		- <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
50	VEL. MÁX./ MÍN. PERMITIDA TUBOS (m/s)	-	VEL. MÁX./ MÍN. PERM.CASCO (m/s)		-	
51	NOTAS :					
52	(1) Trocador do tipo casco-tubo					
53	(2) Área de troca térmica: 17.0 m²					
54	(3) Número de tubos: 47					
55						
56	Curvas de condensação/vaporização em folha anexe se procede.					
57	Para materiais ver folha de seleção de materiais.					
58						

Rev.	Por					
Data	Aprovado					

PROJETO : Produção de Anilina		EQUIPAMENTO n E - 3	
UNIDADEE : Trocador para resfriar os produtos da reação		Pág. 2 de 2	

R e v	TROCADORES DE CALOR												
	CURVAS DE CONDENSAÇÃO OU EVAPORAÇÃO												
1													
2	LADO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Notas
3	Posição		Entrada									Saída	
4	Temperatura, T	°C											
5	Pressão, P	kg/cm ² g											
6	Vazão vapor (úmida)	kg/h											
7	Vazão de líquido (seca)	kg/h											
8	Vazão de água livre	kg/h											
9	Calor latente	kcal/kg											
10	Calor trocado	kcal/h											
11	Fase vapor (úmida)												
12	Peso molecular	kg/kmol											
13	DENSIDADE @P,T	kg/m ³											
14	VISCOSIDADE @T	cSt											
15	Cond. térmica @T	kcal/h m °C											
16	Calor específico @T	kcal/kg °C											
17	Fase líquida (seca)												
18	DENSIDADE @T	kg/m ³											
19	VISCOSIDADE @T	cP											
20	Cond. térmica @T	kcal/h m °C											
21	Calor específico @T	kcal/kg °C											
22	Tensão superf. @P,T	dinas/cm											
23	LADO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Notas
24	Posição		Entrada									Saída	
25	Temperatura, T	°C											
26	Pressão, P	kg/cm ² g											
27	Vazão vapor (úmida)	kg/h											
28	Vazão de líquido (seca)	kg/h											
29	Vazão de água livre	kg/h											
30	Calor latente	kcal/kg											
31	Calor trocado	kcal/h											
32	Fase vapor (úmida)												
33	Peso molecular	kg/kmol											
34	DENSIDADE @P,T	kg/m ³											
35	VISCOSIDADE @T	cP											
36	Cond. térmica @T	kcal/h m °C											
37	Calor específico @T	kcal/kg °C											
38	Fase líquida (seca)												
39	DENSIDADE @T	kg/m ³											
40	VISCOSIDADE @T	cSt											
41	Cond. térmica @T	kcal/h m °C											
42	Calor específico @T	kcal/kg °C											
43	Tensão superf. @P,T	dinas/cm											
44	NOTAS :												
45													
46													
47													
48													
49													
50													
51													
52													
53													
54													
55													
56													
57													
58													

Rev.	Por						
Data	Aprovado						

PROJETO : Produção de Anilina		EQUIPAMENTO n E - 4	
UNIDADE : Pré-aquecimento da alimentação da primeira coluna de destilação		Pág. 1 de 2	

R e v	TROCADORES DE CALOR					
	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO					
1	EQUIPAMENTO Nº		E - 3			
2	CASO DE DESENHO		Aquecimento da fase orgânica			
3	SERVIÇO		Pré-aquecer a alimentação da primeira coluna			
4	TIPO (casco-tubos / placas / tubo duplo)		Tubos Conêntricos		TIPO TEMA	-
5	DISPOSIÇÃO (Horiz. / Vert.)		Horizontal		Circulação (Termosif., forçada)	Forçada
6	NÚMERO DE CARCAÇAS ESTIMADAS		-		Em série / paralelo	- -
7	CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO E CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO					
8	LADO		CASCO		TUBOS	
9	COMPONENTES CORROSIVOS / TEOR (% p)		-	-	-	-
10	NATUREZA		Vapor de água		Corrente Orgânica	
11			Entrada	Salida	Entrada	Salida
12	VAZÃO TOTAL	kg/h	-	-	2122	2122
13	VAZÃO TOTAL DE VAPOR ÚMIDO	kg/h	-	-	-	127
14	INCONDENSÁVEIS (N2,...)	kg/h	-	-	-	0.013
15	VAPOR DE ÁGUA	kg/h	-	-	-	31.052
16	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	-	-
17	VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO	kg/h	-	-	2122	1995
18	ÁGUA LIVRE	kg/h	-	-	1472	488
19	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	-	-
20	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Húmida)		-	-	-	-
21	PESO MOLECULAR	kg/kmol	-	-	-	27.38
22	DENSIDADE @P,T	Kg/m³	-	-	-	1.798
23	VISCOSIDADE @T	cP	-	-	-	1.09
24	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	-	-	-	22.53
25	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	-	-	-	0.455
26	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para hidroc.)		-	-	-	-
27	DENSIDADE @P,T	kg/m³	-	-	1002	910.8
28	VISCOSIDADE @T	cSt	-	-	2.153	0.5382
29	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	-	-	0.193	0.139
30	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	-	-	35.42	0.534
31	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	-	-	47.98	31.46
32	TEMPERATURA	°C	218	218	44.35	144.3
33	PRESSÃO DE ENTRADA	kg/cm² g	4.5		2.98	
34	PERDA DE CARGA PERMITIDA	kg/cm²	0.7		0.7	
35	FATOR DE DEPOSIÇÃO	m² h°C / kcal	0.0001		0.0003	
36	CALOR TROCADO	Gcal/h	0.152		0.152	
37	VAZÃO E CALOR TROCADO MÁX.	%	110		110	
38	PERDA DE CARGA PERMIT. A VAZÃO MÁX.	kg/cm²	-		-	
39	CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO					
40	CONDIÇÕES DE...		Pressão	Temperatura	Pressão	Temperatura
41	PROJETO MECÂNICO	kg/cm2 g ; °C	6.25	240	4.73	159
42	PROJETO MECÂNICO A VAZIO	kg/cm2 g ; °C	-	-	-	-
43	À MÍNIMA TEMPERATURA	kg/cm2 g ; °C	-	-	-	-
44		kg/cm2 g ; °C	-	-	-	-
45	FLUSHING OU STEAM OUT	kg/cm2 g ; °C	-	-	-	-
46	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y LIMITACIONES NO PROJETO TÉRMICO (1)					
47	MÁX. DIÂMETRO CASCO (60 polegadas)	-	MÁXIMO PESO DO FEIXE (10-20 t)		-	
48	DIÂMETRO EXTERIOR TUBOS (3/4 pulgada)	-	MÍNIMO ESPESSURA (BWG)		-	
49	COMPRIMENTO TUBOS (20 ft)	20	PITCH (1 pulgada) / TIPO		-	△ □ ◇
50	VEL. MÁX./ MÍN. PERMITIDA TUBOS (m/s)	-	VEL. MÁX./ MÍN. PERM.CASCO (m/s)		-	
51	NOTAS :					
52	(1) Trocador de tubos concêntricos					
53	(2) Área de troca térmica: 1.5 m²					
54						
55						
56						
57	Curvas de condensação/vaporização em folha anexo se procede.					
58	Para materiais ver folha de seleção de materiais.					
	Rev.	Por				
	Data	Aprovado				

PROJETO : Produção de Anilina		EQUIPAMENTO n E - 4	
UNIDADE : Pré-aquecimento da alimentação da primeira coluna de destilação		Pág. 2 de 2	

R e v	TROCADORES DE CALOR													
	CURVAS DE CONDENSAÇÃO OU EVAPORAÇÃO													
	1	LADO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Notas
	2	Posição	Entrada										Saída	
	3	Temperatura, T	°C											
	4	Pressão, P	kg/cm ² g											
	5	Vazão vapor (úmida)	kg/h											
	6	Vazão de líquido (seca)	kg/h											
	7	Vazão de água livre	kg/h											
	8	Calor latente	kcal/kg											
9	Calor trocado	kcal/h												
10	Fase vapor (úmida)													
11	Peso molecular	kg/kmol												
12	DENSIDADE @P,T	kg/m ³												
13	VISCOSIDADE @T	cSt												
14	Cond. térmica @T	kcal/h m °C												
15	Calor específico @T	kcal/kg °C												
16	Fase líquida (seca)													
17	DENSIDADE @T	kg/m ³												
18	VISCOSIDADE @T	cP												
19	Cond. térmica @T	kcal/h m °C												
20	Calor específico @T	kcal/kg °C												
21	Tensão superf. @P,T	dinas/cm												
22	LADO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Notas	
23	Posição	Entrada											Saída	
24	Temperatura, T	°C												
25	Pressão, P	kg/cm ² g												
26	Vazão vapor (úmida)	kg/h												
27	Vazão de líquido (seca)	kg/h												
28	Vazão de água livre	kg/h												
29	Calor latente	kcal/kg												
30	Calor trocado	kcal/h												
31	Fase vapor (úmida)													
32	Peso molecular	kg/kmol												
33	DENSIDADE @P,T	kg/m ³												
34	VISCOSIDADE @T	cP												
35	Cond. térmica @T	kcal/h m °C												
36	Calor específico @T	kcal/kg °C												
37	Fase líquida (seca)													
38	DENSIDADE @T	kg/m ³												
39	VISCOSIDADE @T	cSt												
40	Cond. térmica @T	kcal/h m °C												
41	Calor específico @T	kcal/kg °C												
42	Tensão superf. @P,T	dinas/cm												
43	NOTAS :													
44														
45														
46														
47														
48														
49														
50														
51														
52														
53														
54														
55														
56														
57														
58														

Rev.	Por					
Data	Aprovado					

PROJETO : Produção de Anilina		EQUIPAMENTO n E - 5	
UNIDADE : Trocador para resfriar a corrente de topo da coluna		Pág. 1 de 2	
R e v	TROCADORES DE CALOR		
	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO		
1	EQUIPAMENTO Nº E - 5		
2	CASO DE DESENHO Resfriar a corrente de topo da coluna		
3	SERVIÇO Resfriar a corrente de topo da coluna para posterior separação		
4	TIPO (casco-tubos / placas / tubo duplo)	Tubos Concêntricos	TIPO TEMA -
5	DISPOSIÇÃO (Horiz. / Vert.)	Horizontal	Circulação (Termosif., forçada) Forçada
6	NÚMERO DE CARCAÇAS ESTIMADAS	-	Em série / paralelo -
7	CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO E CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO		
8	LADO	CASCO	
9	COMPONENTES CORROSIVOS / TEOR (% p)	TUBOS	
10	NATUREZA	Corrente Orgânica	
11		Água de Refrigeração	
12		Entrada	Salida (Vapor)
13	VAZÃO TOTAL	kg/h	2122
14	VAZÃO TOTAL DE VAPOR ÚMIDO	kg/h	21.23
15	INCONDENSÁVEIS (N2,...)	kg/h	0.002
16	VAPOR DE ÁGUA	kg/h	20.054
17	HIDROCARBONETOS	kg/h	-
18	VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO	kg/h	112.7
19	ÁGUA LIVRE	kg/h	67.098
20	HIDROCARBONETOS	kg/h	-
21	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Húmida)	-	-
22	PESO MOLECULAR	kg/kmol	27.44
23	DENSIDADE @P,T	Kg/m³	0.82
24	VISCOSIDADE @T	cP	9.5
25	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	22.53
26	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	10.31
27	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para hidroc.)	-	-
28	DENSIDADE @P,T	kg/m³	946.4
29	VISCOSIDADE @T	cSt	0.2919
30	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	0.581
31	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	18.35
32	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	57.67
33	TEMPERATURA	°C	103.7
34	PRESSÃO DE ENTRADA	kg/cm² g	2.242
35	PERDA DE CARGA PERMITIDA	kg/cm²	0.7
36	FATOR DE DEPOSIÇÃO	m² h°C / kcal	0.0003
37	CALOR TROCADO	Gcal/h	0.102
38	VAZÃO E CALOR TROCADO MÁX.	%	110
39	PERDA DE CARGA PERMIT. A VAZÃO MÁX.	kg/cm²	-
40	CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO		
41	CONDIÇÕES DE...	Pressão	Temperatura
42	PROJETO MECÂNICO	kg/cm2 g ; °C	3.992
43	PROJETO MECÂNICO A VAZIO	kg/cm2 g ; °C	-
44	À MÍNIMA TEMPERATURA	kg/cm2 g ; °C	-
45	FLUSHING OU STEAM OUT	kg/cm2 g ; °C	-
46	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y LIMITACIONES NO PROJETO TÉRMICO (1)		
47	MÁX. DIÂMETRO CASCO (60 polegadas)	-	MÁXIMO PESO DO FEIXE (10-20 t)
48	DIÂMETRO EXTERIOR TUBOS (3/4 pulgada)	-	MÍNIMO ESPESSURA (BWG)
49	COMPRIMENTO TUBOS (20 ft)	20	PITCH (1 pulgada) / TIPO
50	VEL. MÁX./ MÍN. PERMITIDA TUBOS (m/s)	-	VEL. MÁX./ MÍN. PERM.CASCO (m/s)
51	NOTAS :		
52	(1) Trocador de tubos concêntricos		
53	(2) Área de troca térmica: 2.0 m²		
54			
55			
56			
57	Curvas de condensação/vaporização em folha anexo se procede.		
58	Para materiais ver folha de seleção de materiais.		
Rev.	Por		
Data	Aprovado		

PROJETO : Produção de Anilina		EQUIPAMENTO n E - 5											
UNIDADE : Trocador para resfriar a corrente de topo da coluna		Pág. 2 de 2											
R e v	TROCADORES DE CALOR												
	CURVAS DE CONDENSAÇÃO OU EVAPORAÇÃO												
1			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Notas
2	LADO		Entrada									Saída	
3	Posição												
4	Temperatura, T	°C											
5	Pressão, P	kg/cm ² g											
6	Vazão vapor (úmida)	kg/h											
7	Vazão de líquido (seca)	kg/h											
8	Vazão de água livre	kg/h											
9	Calor latente	kcal/kg											
10	Calor trocado	kcal/h											
11	Fase vapor (úmida)												
12	Peso molecular	kg/kmol											
13	DENSIDADE @P,T	kg/m ³											
14	VISCOSIDADE @T	cSt											
15	Cond. térmica @T	kcal/h m °C											
16	Calor específico @T	kcal/kg °C											
17	Fase líquida (seca)												
18	DENSIDADE @T	kg/m ³											
19	VISCOSIDADE @T	cP											
20	Cond. térmica @T	kcal/h m °C											
21	Calor específico @T	kcal/kg °C											
22	Tensão superf. @P,T	dinas/cm											
23	LADO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Notas
24	Posição		Entrada									Saída	
25	Temperatura, T	°C											
26	Pressão, P	kg/cm ² g											
27	Vazão vapor (úmida)	kg/h											
28	Vazão de líquido (seca)	kg/h											
29	Vazão de água livre	kg/h											
30	Calor latente	kcal/kg											
31	Calor trocado	kcal/h											
32	Fase vapor (úmida)												
33	Peso molecular	kg/kmol											
34	DENSIDADE @P,T	kg/m ³											
35	VISCOSIDADE @T	cP											
36	Cond. térmica @T	kcal/h m °C											
37	Calor específico @T	kcal/kg °C											
38	Fase líquida (seca)												
39	DENSIDADE @T	kg/m ³											
40	VISCOSIDADE @T	cSt											
41	Cond. térmica @T	kcal/h m °C											
42	Calor específico @T	kcal/kg °C											
43	Tensão superf. @P,T	dinas/cm											
44	NOTAS :												
45													
46													
47													
48													
49													
50													
51													
52													
53													
54													
55													
56													
57													
58													
	Rev.	Por											
	Data	Aprovado											

PROJETO : Produção de Anilina		EQUIPAMENTO nº E - 6	
UNIDADE : Aquecimento da corrente descendente da coluna		Pág. 1 de 2	

R e v	TROCADORES DE CALOR					
	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO					
1						
2	EQUIPAMENTO Nº		E - 6			
3	CASO DE DESENHO		Aquecimento da fase orgânica			
4	SERVIÇO		Aquecer a corrente descende da coluna de forma a proporcionar refluxo			
5	TIPO (casco-tubos / placas / tubo duplo)		Serpentina		TIPO TEMA	-
6	DISPOSIÇÃO (Horiz. / Vert.)		Horizontal		Circulação (Termosif., forçada)	-
7	NÚMERO DE CARÇAÇAS ESTIMADAS		-		Em série / paralelo	- -
8	CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO E CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO					
9	LADO		CASCO		TUBOS	
10	COMPONENTES CORROSIVOS / TEOR (% p)		-	-	-	-
11	NATUREZA		Vapor de Água		Corrente Orgânica	
12			Entrada	Salida	Entrada	Salida
13	VAZÃO TOTAL	kg/h	-	-	2122	1979
14	VAZÃO TOTAL DE VAPOR ÚMIDO	kg/h	-	-	128	-
15	INCONDENSÁVEIS (N2,...)	kg/h	-	-	0.002	-
16	VAPOR DE ÁGUA	kg/h	-	-	88.98	-
17	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	-	-
18	VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO	kg/h	-	-	1994	1979
19	ÁGUA LIVRE	kg/h	-	-	1383	-
20	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	-	-
21	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Húmida)		-	-	27.44	-
22	PESO MOLECULAR	kg/kmol	-	-	74.86	-
23	DENSIDADE @P,T	Kg/m³	-	-	1.774	-
24	VISCOSIDADE @T	cP	-	-	10.9	-
25	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	-	-	22.53	-
26	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	-	-	12.55	-
27	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para hidroc.)		-	-	-	-
28	DENSIDADE @P,T	kg/m³	-	-	911.2	849.5
29	VISCOSIDADE @T	cSt	-	-	0.5403	0.2947
30	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	-	-	0.139	0.094
31	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	-	-	28.2	53.18
32	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	-	-	31.49	21.55
33	TEMPERATURA	°C	218	218	144	207
34	PRESSÃO DE ENTRADA	kg/cm² g	4.5		2.242	
35	PERDA DE CARGA PERMITIDA	kg/cm²	0.7		0.7	
36	FATOR DE DEPOSIÇÃO	m² h°C / kcal	0.0001		0.0003	
37	CALOR TROCADO	Gcal/h	0.089		0.089	
38	VAZÃO E CALOR TROCADO MÁX.	%	110		110	
39	PERDA DE CARGA PERMIT. A VAZÃO MÁX.	kg/cm²	-		-	
40	CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO					
41	CONDIÇÕES DE...		Pressão	Temperatura	Pressão	Temperatura
42	PROJETO MECÂNICO	kg/cm2 g ; °C	6.25	240	3.992	228
43	PROJETO MECÂNICO A VAZIO	kg/cm2 g ; °C	-	-	-	-
44	À MÍNIMA TEMPERATURA	kg/cm2 g ; °C	-	-	-	-
45		kg/cm2 g ; °C	-	-	-	-
46	FLUSHING OU STEAM OUT	kg/cm2 g ; °C	-	-	-	-
47	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y LIMITACIONES NO PROJETO TÉRMICO (1)					
48	MÁX. DIÂMETRO CASCO (60 polegadas)	-	MÁXIMO PESO DO FEIXE (10-20 t)		-	
49	DIÂMETRO EXTERIOR TUBOS (3/4 pulgada)	-	MÍNIMO ESPESSURA (BWG)		-	
50	COMPRIMENTO TUBOS (20 ft)	-	PITCH (1 pulgada) / TIPO		-	△ □ ◇
51	VEL. MÁX./ MÍN. PERMITIDA TUBOS (m/s)	-	VEL. MÁX./ MÍN. PERM.CASCO (m/s)		-	
52	NOTAS :					
53	(1) Área de troca térmica: 2.9 m²					
54						
55						
56						
57	Curvas de condensação/vaporização em folha anexe se procede.					
58	Para materiais ver folha de seleção de materiais.					

Rev.	Por					
Data	Aprovado					

		PROJETO : Produção de Anilina								EQUIPAMENTO n° E - 6			
		UNIDADE : Aquecimento da corrente descendente da coluna								Pág. 1 de 2			
R e v	TROCADORES DE CALOR												
	CURVAS DE CONDENSAÇÃO OU EVAPORAÇÃO												
1													
2	LADO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Notas
3	Posição		Entrada									Saída	
4	Temperatura, T	°C											
5	Pressão, P	kg/cm ² g											
6	Vazão vapor (úmida)	kg/h											
7	Vazão de líquido (seca)	kg/h											
8	Vazão de água livre	kg/h											
9	Calor latente	kcal/kg											
10	Calor trocado	kcal/h											
11	Fase vapor (úmida)												
12	Peso molecular	kg/kmol											
13	DENSIDADE @P,T	kg/m ³											
14	VISCOSIDADE @T	cSt											
15	Cond. térmica @T	kcal/h m °C											
16	Calor específico @T	kcal/kg°C											
17	Fase líquida (seca)												
18	DENSIDADE @T	kg/m ³											
19	VISCOSIDADE @T	cP											
20	Cond. térmica @T	kcal/h m °C											
21	Calor específico @T	kcal/kg°C											
22	Tensão superf. @P,T	dinas/cm											
23	LADO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Notas
24	Posição		Entrada									Saída	
25	Temperatura, T	°C											
26	Pressão, P	kg/cm ² g											
27	Vazão vapor (úmida)	kg/h											
28	Vazão de líquido (seca)	kg/h											
29	Vazão de água livre	kg/h											
30	Calor latente	kcal/kg											
31	Calor trocado	kcal/h											
32	Fase vapor (úmida)												
33	Peso molecular	kg/kmol											
34	DENSIDADE @P,T	kg/m ³											
35	VISCOSIDADE @T	cP											
36	Cond. térmica @T	kcal/h m °C											
37	Calor específico @T	kcal/kg°C											
38	Fase líquida (seca)												
39	DENSIDADE @T	kg/m ³											
40	VISCOSIDADE @T	cSt											
41	Cond. térmica @T	kcal/h m °C											
42	Calor específico @T	kcal/kg°C											
43	Tensão superf. @P,T	dinas/cm											
44	NOTAS :												
45													
46													
47													
48													
49													
50													
51													
52													
53													
54													
55													
56													
57													
58													
	Rev.	Por											
	Data	Aprovado											

PROJETO : Produção de Anilina		EQUIPAMENTO n° E - 7	
UNIDADE : Trocador para resfriar a corrente de topo da coluna		Pág. 1 de 2	

R e v	TROCADORES DE CALOR					
	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO					
1	EQUIPAMENTO Nº		E - 7			
2	CASO DE DESENHO		Resfriar a corrente de topo da coluna			
3	SERVIÇO		Resfriar a corrente de topo da coluna para posterior separação			
4	TIPO (casco-tubos / placas / tubo duplo)		Tubos Concêntricos		TIPO TEMA	-
5	DISPOSIÇÃO (Horiz. / Vert.)		Horizontal		Circulação (Termosif., forçada)	Forçada
6	NÚMERO DE CARCAÇAS ESTIMADAS		-		Em série / paralelo	- -
7	CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO E CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO					
8	LADO		CASCO		TUBOS	
9	COMPONENTES CORROSIVOS / TEOR (% p)		-		-	
10	NATUREZA		Corrente Orgânica		Água de Refrigeração	
11			Entrada	Salida	Entrada	Salida
12	VAZÃO TOTAL		kg/h	1979.301	18.18.804	-
13	VAZÃO TOTAL DE VAPOR ÚMIDO		kg/h	-	-	-
14	INCONDENSÁVEIS (N2,...)		kg/h	-	-	-
15	VAPOR DE ÁGUA		kg/h	-	-	-
16	HIDROCARBONETOS		kg/h	-	-	-
17	VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO		kg/h	1979.301	18.18.804	-
18	ÁGUA LIVRE		kg/h	-	-	-
19	HIDROCARBONETOS		kg/h	-	-	-
20	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Húmida)		-	-	-	-
21	PESO MOLECULAR		kg/kmol	-	-	-
22	DENSIDADE @P,T		Kg/m³	-	-	-
23	VISCOSIDADE @T		cP	-	-	-
24	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T		kcal/h m K	-	-	-
25	CALOR ESPECÍFICO @T		kcal/kg °C	-	-	-
26	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para hidroc.)		-	-	-	-
27	DENSIDADE @P,T		kg/m³	861.975	874.869	-
28	VISCOSIDADE @T		cSt	0.3509	0.386	-
29	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T		kcal/h m K	0.116	0.119	-
30	CALOR ESPECÍFICO @T		kcal/kg °C	0.558	0.559	-
31	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T		dinas/cm	23.18	24.62	-
32	TEMPERATURA		°C	196.6	183.38	24 49
33	PRESSÃO DE ENTRADA		kg/cm² g	3.5		8
34	PERDA DE CARGA PERMITIDA		kg/cm²	0.7		0.7
35	FATOR DE DEPOSIÇÃO		m² h°C / kcal	0.0003		0.0004
36	CALOR TROCADO		Gcal/h	0.443		0.443
37	VAZÃO E CALOR TROCADO MÁX.		%	110		110
38	PERDA DE CARGA PERMIT. A VAZÃO MÁX.		kg/cm²	-		-
39	CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO					
40	CONDIÇÕES DE...			Pressão	Temperatura	Pressão Temperatura
41	PROJETO MECÂNICO		kg/cm2 g ; °C	5.25	216	9.75 54
42	PROJETO MECÂNICO A VAZIO		kg/cm2 g ; °C	-	-	-
43	À MÍNIMA TEMPERATURA		kg/cm2 g ; °C	-	-	-
44			kg/cm2 g ; °C	-	-	-
45	FLUSHING OU STEAM OUT		kg/cm2 g ; °C	-	-	-
46	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y LIMITACIONES NO PROJETO TÉRMICO (1)					
47	MÁX. DIÂMETRO CASCO (60 polegadas)		-	MÁXIMO PESO DO FEIXE (10-20 t)		-
48	DIÂMETRO EXTERIOR TUBOS (3/4 pulgada)		-	MÍNIMO ESPESSURA (BWG)		-
49	COMPRIMENTO TUBOS (20 ft)		20	PITCH (1 pulgada) / TIPO		- <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
50	VEL. MÁX./ MÍN. PERMITIDA TUBOS (m/s)		-	VEL. MÁX./ MÍN. PERM.CASCO (m/s)		
51	NOTAS :					
52	(1) Trocador de tubos concêntricos					
53	(2) Área de troca térmica: 4.2 m²					
54						
55						
56						
57	Curvas de condensação/vaporização em folha anexo se procede.					
58	Para materiais ver folha de seleção de materiais.					
Rev.		Por				
Data		Aprovado				

PROJETO : Produção de Anilina		EQUIPAMENTO n° E - 7	
UNIDADE : Trocador para resfriar a corrente de topo da coluna		Pág. 2 de 2	

R e v	TROCADORES DE CALOR												
	CURVAS DE CONDENSAÇÃO OU EVAPORAÇÃO												
1			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Notas
2	LADO		Entrada									Saída	
3	Posição												
4	Temperatura, T	°C											
5	Pressão, P	kg/cm ² g											
6	Vazão vapor (úmida)	kg/h											
7	Vazão de líquido (seca)	kg/h											
8	Vazão de água livre	kg/h											
9	Calor latente	kcal/kg											
10	Calor trocado	kcal/h											
11	Fase vapor (úmida)												
12	Peso molecular	kg/kmol											
13	DENSIDADE @P,T	kg/m ³											
14	VISCOSIDADE @T	cSt											
15	Cond. térmica @T	kcal/h m °C											
16	Calor específico @T	kcal/kg °C											
17	Fase líquida (seca)												
18	DENSIDADE @T	kg/m ³											
19	VISCOSIDADE @T	cP											
20	Cond. térmica @T	kcal/h m °C											
21	Calor específico @T	kcal/kg °C											
22	Tensão superf. @P,T	dinas/cm											
23	LADO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Notas
24	Posição		Entrada									Saída	
25	Temperatura, T	°C											
26	Pressão, P	kg/cm ² g											
27	Vazão vapor (úmida)	kg/h											
28	Vazão de líquido (seca)	kg/h											
29	Vazão de água livre	kg/h											
30	Calor latente	kcal/kg											
31	Calor trocado	kcal/h											
32	Fase vapor (úmida)												
33	Peso molecular	kg/kmol											
34	DENSIDADE @P,T	kg/m ³											
35	VISCOSIDADE @T	cP											
36	Cond. térmica @T	kcal/h m °C											
37	Calor específico @T	kcal/kg °C											
38	Fase líquida (seca)												
39	DENSIDADE @T	kg/m ³											
40	VISCOSIDADE @T	cSt											
41	Cond. térmica @T	kcal/h m °C											
42	Calor específico @T	kcal/kg °C											
43	Tensão superf. @P,T	dinas/cm											
44	NOTAS :												
45													
46													
47													
48													
49													
50													
51													
52													
53													
54													
55													
56													
57													
58													

Rev.	Por					
Data	Aprovado					

PROJETO : Produção de Anilina		EQUIPAMENTO n° E - 8	
UNIDADE : Aquecimento da corrente descendente da coluna		Pág. 1 de 2	

R e v	TROCADORES DE CALOR					
	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO					
1	EQUIPAMENTO Nº		E - 8			
2	CASO DE DESENHO		Aquecimento da fase orgânica			
3	SERVIÇO		Aquecer a corrente descende da coluna de forma a proporcionar refluxo			
4	TIPO (casco-tubos / placas / tubo duplo)		Serpentina		TIPO TEMA	-
5	DISPOSIÇÃO (Horiz. / Vert.)		Horizontal		Circulação (Termosif., forçada)	-
6	NÚMERO DE CARÇAÇAS ESTIMADAS		-		Em série / paralelo	-
7	CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO E CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO					
8	LADO		CASCO		TUBOS	
9	COMPONENTES CORROSIVOS / TEOR (% p)		-		-	
10	NATUREZA		Vapor de Água		Corrente Orgânica	
11			Entrada	Salida	Entrada	Salida
12	VAZÃO TOTAL	kg/h	-	-	1979.301	160
13	VAZÃO TOTAL DE VAPOR ÚMIDO	kg/h	-	-	-	-
14	INCONDENSÁVEIS (N2,...)	kg/h	-	-	-	-
15	VAPOR DE ÁGUA	kg/h	-	-	-	-
16	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	-	-
17	VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO	kg/h	-	-	1979.301	160
18	ÁGUA LIVRE	kg/h	-	-	-	-
19	HIDROCARBONETOS	kg/h	-	-	-	-
20	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Húmida)		-	-	-	-
21	PESO MOLECULAR	kg/kmol	-	-	-	-
22	DENSIDADE @P,T	Kg/m³	-	-	-	-
23	VISCOSIDADE @T	cP	-	-	-	-
24	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	-	-	-	-
25	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	-	-	-	-
26	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para hidroc.)		-	-	-	-
27	DENSIDADE @P,T	kg/m³	-	-	861.975	816.243
28	VISCOSIDADE @T	cSt	-	-	0.3509	0.252
29	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	-	-	0.116	0.107
30	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	-	-	0.558	0.56
31	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	-	-	23.18	17.91
32	TEMPERATURA	°C	297	297	196.6	245.69
33	PRESSÃO DE ENTRADA	kg/cm² g	16		3.5	
34	PERDA DE CARGA PERMITIDA	kg/cm²	0.7		0.7	
35	FATOR DE DEPOSIÇÃO	m² h°C / kcal	0.0001		0.0003	
36	CALOR TROCADO	Gcal/h	0.452		0.452	
37	VAZÃO E CALOR TROCADO MÁX.	%	110		110	
38	PERDA DE CARGA PERMIT. A VAZÃO MÁX.	kg/cm²	-		-	
39	CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO					
40	CONDIÇÕES DE...		Pressão	Temperatura	Pressão	Temperatura
41	PROJETO MECÂNICO	kg/cm2 g ; °C	17.75	327	5.25	270
42	PROJETO MECÂNICO A VAZIO	kg/cm2 g ; °C	-	-	-	-
43	À MÍNIMA TEMPERATURA	kg/cm2 g ; °C	-	-	-	-
44		kg/cm2 g ; °C	-	-	-	-
45	FLUSHING OU STEAM OUT	kg/cm2 g ; °C	-	-	-	-
46	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y LIMITACIONES NO PROJETO TÉRMICO (1)					
47	MÁX. DIÂMETRO CASCO (60 polegadas)	-	MÁXIMO PESO DO FEIXE (10-20 t)		-	
48	DIÂMETRO EXTERIOR TUBOS (3/4 pulgada)	-	MÍNIMO ESPESSURA (BWG)		-	
49	COMPRIMENTO TUBOS (20 ft)	20	PITCH (1 pulgada) / TIPO		- <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
50	VEL. MÁX./ MÍN. PERMITIDA TUBOS (m/s)	-	VEL. MÁX./ MÍN. PERM.CASCO (m/s)		-	
51	NOTAS :					
52	(1) Área de troca térmica: 7.2 m²					
53						
54						
55						
56						
57	Curvas de condensação/vaporização em folha anexe se procede.					
58	Para materiais ver folha de seleção de materiais.					

Rev.	Por					
Data	Aprovado					

		PROJETO : Produção de Anilina								EQUIPAMENTO n° E - 8			
		UNIDADE : Aquecimento da corrente descendente da coluna								Pág. 2 de 2			
R e v	TROCADORES DE CALOR												
	CURVAS DE CONDENSAÇÃO OU EVAPORAÇÃO												
1													
2	LADO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Notas
3	Posição		Entrada									Saída	
4	Temperatura, T	°C											
5	Pressão, P	kg/cm ² g											
6	Vazão vapor (úmida)	kg/h											
7	Vazão de líquido (seca)	kg/h											
8	Vazão de água livre	kg/h											
9	Calor latente	kcal/kg											
10	Calor trocado	kcal/h											
11	Fase vapor (úmida)												
12	Peso molecular	kg/kmol											
13	DENSIDADE @P,T	kg/m ³											
14	VISCOSIDADE @T	cSt											
15	Cond. térmica @T	kcal/h m °C											
16	Calor específico @T	kcal/kg °C											
17	Fase líquida (seca)												
18	DENSIDADE @T	kg/m ³											
19	VISCOSIDADE @T	cP											
20	Cond. térmica @T	kcal/h m °C											
21	Calor específico @T	kcal/kg °C											
22	Tensão superf. @P,T	dinas/cm											
23	LADO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Notas
24	Posição		Entrada									Saída	
25	Temperatura, T	°C											
26	Pressão, P	kg/cm ² g											
27	Vazão vapor (úmida)	kg/h											
28	Vazão de líquido (seca)	kg/h											
29	Vazão de água livre	kg/h											
30	Calor latente	kcal/kg											
31	Calor trocado	kcal/h											
32	Fase vapor (úmida)												
33	Peso molecular	kg/kmol											
34	DENSIDADE @P,T	kg/m ³											
35	VISCOSIDADE @T	cP											
36	Cond. térmica @T	kcal/h m °C											
37	Calor específico @T	kcal/kg °C											
38	Fase líquida (seca)												
39	DENSIDADE @T	kg/m ³											
40	VISCOSIDADE @T	cSt											
41	Cond. térmica @T	kcal/h m °C											
42	Calor específico @T	kcal/kg °C											
43	Tensão superf. @P,T	dinas/cm											
44	NOTAS :												
45													
46													
47													
48													
49													
50													
51													
52													
53													
54													
55													
56													
57													
58													
Rev.		Por											
Data		Aprovado											

PROJETO : Produção de Anilina		EQUIPAMENTO n° E - 9	
UNIDADE : Resfriar a anilina para a armazenagem		Pág. 1 de 2	
R e v	TROCADORES DE CALOR		
	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO		
1	EQUIPAMENTO Nº E - 9		
2	CASO DE DESENHO Resfriar o produto (anilina)		
3	SERVIÇO Resfriar o produto de topo para posterior armazenagem		
4	TIPO (casco-tubos / placas / tubo duplo)	Casco-tubo	TIPO TEMA
5	DISPOSIÇÃO (Horiz. / Vert.)	Horizontal	Circulação (Termosif., forçada)
6	NÚMERO DE CARCAÇAS ESTIMADAS	-	Em série / paralelo
7	- - -		
8	CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO E CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO		
9	LADO	CASCO	TUBOS
10	COMPONENTES CORROSIVOS / TEOR (% p)	-	-
11	NATUREZA	Corrente Orgânica	Água de Refrigeração
12		Entrada	Salida
13	VAZÃO TOTAL	kg/h	1818.8
14	VAZÃO TOTAL DE VAPOR ÚMIDO	kg/h	-
15	INCONDENSÁVEIS (N2,...)	kg/h	-
16	VAPOR DE ÁGUA	kg/h	-
17	HIDROCARBONETOS	kg/h	-
18	VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO	kg/h	1818.8
19	ÁGUA LIVRE	kg/h	-
20	HIDROCARBONETOS	kg/h	-
21	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Húmida)	-	-
22	PESO MOLECULAR	kg/kmol	-
23	DENSIDADE @P,T	Kg/m³	-
24	VISCOSIDADE @T	cP	-
25	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	-
26	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	-
27	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para hidroc.)	-	-
28	DENSIDADE @P,T	kg/m³	874.73
29	VISCOSIDADE @T	cSt	0.386
30	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T	kcal/h m K	0.119
31	CALOR ESPECÍFICO @T	kcal/kg °C	0.549
32	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T	dinas/cm	24.61
33	TEMPERATURA	°C	183.51
34	PRESSÃO DE ENTRADA	kg/cm² g	1.99
35	PERDA DE CARGA PERMITIDA	kg/cm²	0.7
36	FATOR DE DEPOSIÇÃO	m² h°C / kcal	0.0003
37	CALOR TROCADO	Gcal/h	0.158
38	VAZÃO E CALOR TROCADO MÁX.	%	110
39	PERDA DE CARGA PERMIT. A VAZÃO MÁX.	kg/cm²	-
40	CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO		
41	CONDIÇÕES DE...	Pressão	Temperatura
42	PROJETO MECÂNICO	kg/cm2 g ; °C	3.74
43	PROJETO MECÂNICO A VAZIO	kg/cm2 g ; °C	-
44	À MÍNIMA TEMPERATURA	kg/cm2 g ; °C	-
45		kg/cm2 g ; °C	-
46	FLUSHING OU STEAM OUT	kg/cm2 g ; °C	-
47	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y LIMITACIONES NO PROJETO TÉRMICO (1)		
48	MÁX. DIÂMETRO CASCO (60 polegadas)	-	MÁXIMO PESO DO FEIXE (10-20 t)
49	DIÂMETRO EXTERIOR TUBOS (3/4 pulgada)	-	MÍNIMO ESPESSURA (BWG)
50	COMPRIMENTO TUBOS (20 ft)	20	PITCH (1 pulgada) / TIPO
51	VEL. MÁX./ MÍN. PERMITIDA TUBOS (m/s)	-	VEL. MÁX./ MÍN. PERM.CASCO (m/s)
52	NOTAS :		
53	(1) Trocador do tipo casco-tubo		
54	(2) Área de troca térmica: 12.4 m²		
55	(3) Número de tubos: 35		
56			
57	Curvas de condensação/vaporização em folha anexe se procede.		
58	Para materiais ver folha de seleção de materiais.		
Rev.	Por		
Data	Aprovado		

PROJETO : Produção de Anilina		EQUIPAMENTO n° E- 9	
UNIDADE : Resfriar a anilina para a armazenagem		Pág. 2 de 2	

R e v	TROCADORES DE CALOR													
	CURVAS DE CONDENSAÇÃO OU EVAPORAÇÃO													
	1	LADO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Notas
	2	Posição	Entrada										Saída	
	3	Temperatura, T	°C											
	4	Pressão, P	kg/cm ² g											
	5	Vazão vapor (úmida)	kg/h											
	6	Vazão de líquido (seca)	kg/h											
	7	Vazão de água livre	kg/h											
	8	Calor latente	kcal/kg											
9	Calor trocado	kcal/h												
10	Fase vapor (úmida)													
11	Peso molecular	kg/kmol												
12	DENSIDADE @P,T	kg/m ³												
13	VISCOSIDADE @T	cSt												
14	Cond. térmica @T	kcal/h m °C												
15	Calor específico @T	kcal/kg °C												
16	Fase líquida (seca)													
17	DENSIDADE @T	kg/m ³												
18	VISCOSIDADE @T	cP												
19	Cond. térmica @T	kcal/h m °C												
20	Calor específico @T	kcal/kg °C												
21	Tensão superf. @P,T	dinas/cm												
22	LADO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Notas	
23	Posição	Entrada											Saída	
24	Temperatura, T	°C												
25	Pressão, P	kg/cm ² g												
26	Vazão vapor (úmida)	kg/h												
27	Vazão de líquido (seca)	kg/h												
28	Vazão de água livre	kg/h												
29	Calor latente	kcal/kg												
30	Calor trocado	kcal/h												
31	Fase vapor (úmida)													
32	Peso molecular	kg/kmol												
33	DENSIDADE @P,T	kg/m ³												
34	VISCOSIDADE @T	cP												
35	Cond. térmica @T	kcal/h m °C												
36	Calor específico @T	kcal/kg °C												
37	Fase líquida (seca)													
38	DENSIDADE @T	kg/m ³												
39	VISCOSIDADE @T	cSt												
40	Cond. térmica @T	kcal/h m °C												
41	Calor específico @T	kcal/kg °C												
42	Tensão superf. @P,T	dinas/cm												
43	NOTAS :													
44														
45														
46														
47														
48														
49														
50														
51														
52														
53														
54														
55														
56														
57														
58														

Rev.	Por						
Data	Aprovado						

PROJETO : Produção de Anilina		EQUIPAMENTO n° E - 10	
UNIDADE : Resfriar o resíduo		Pág. 1 de 2	

R e v	TROCADORES DE CALOR					
	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO					
1	EQUIPAMENTO Nº		E - 10			
2	CASO DE DESENHO		Resfriar o resíduo da segunda coluna			
3	SERVIÇO		Resfriar o resíduo para posterior tratamento			
4	TIPO (casco-tubos / placas / tubo duplo)		Tubos Concêntricos		TIPO TEMA	-
5	DISPOSIÇÃO (Horiz. / Vert.)		Horizontal		Circulação (Termosif., forçada)	-
6	NÚMERO DE CARCAÇAS ESTIMADAS		-		Em série / paralelo	- -
7	CARACTERÍSTICAS DO FLUÍDO E CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO					
8	LADO		CASCO		TUBOS	
9	COMPONENTES CORROSIVOS / TEOR (% p)		-		-	
10	NATUREZA		Corrente Orgânica		Água de Refrigeração	
11			Entrada		Saída	
12	VAZÃO TOTAL		kg/h	160.61	161.61	-
13	VAZÃO TOTAL DE VAPOR ÚMIDO		kg/h	-	-	-
14	INCONDENSÁVEIS (N2,...)		kg/h	-	-	-
15	VAPOR DE ÁGUA		kg/h	-	-	-
16	HIDROCARBONETOS		kg/h	-	-	-
17	VAZÃO TOTAL DE LÍQUIDO		kg/h	160.61	161.61	-
18	ÁGUA LIVRE		kg/h	-	-	-
19	HIDROCARBONETOS		kg/h	-	-	-
20	PROPRIEDADES FASE VAPOR (Húmida)					
21	PESO MOLECULAR		kg/kmol	-	-	-
22	DENSIDADE @P,T		kg/m³	-	-	-
23	VISCOSIDADE @T		cP	-	-	-
24	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T		kcal/h m K	-	-	-
25	CALOR ESPECÍFICO @T		kcal/kg °C	-	-	-
26	PROPRIEDADES FASE LÍQUIDA (Seca para hidroc.)					
27	DENSIDADE @P,T		kg/m³	816.21	1031.39	-
28	VISCOSIDADE @T		cSt	0.252	3.631	-
29	CONDUCTIVIDADE TÉRMICA @T		kcal/h m K	0.107	0.146	-
30	CALOR ESPECÍFICO @T		kcal/kg °C	0.599	0.475	-
31	TENSÃO SUPERFICIAL @P,T		dinas/cm	17.91	42.54	-
32	TEMPERATURA		°C	245.72	24.1	24 49
33	PRESSÃO DE ENTRADA		kg/cm² g	4.2		8
34	PERDA DE CARGA PERMITIDA		kg/cm²	0.7		0.7
35	FATOR DE DEPOSIÇÃO		m² h°C / kcal	0.0003		0.0004
36	CALOR TROCADO		Gcal/h	0.019		0.019
37	VAZÃO E CALOR TROCADO MÁX.		%	110		110
38	PERDA DE CARGA PERMIT. A VAZÃO MÁX.		kg/cm²	-		-
39	CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO					
40	CONDIÇÕES DE...			Pressão	Temperatura	Pressão Temperatura
41	PROJETO MECÂNICO		kg/cm2 g ; °C	5.95	270	9.75 54
42	PROJETO MECÂNICO A VAZIO		kg/cm2 g ; °C	-	-	-
43	À MÍNIMA TEMPERATURA		kg/cm2 g ; °C	-	-	-
44			kg/cm2 g ; °C	-	-	-
45	FLUSHING OU STEAM OUT		kg/cm2 g ; °C	-	-	-
46	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y LIMITACIONES NO PROJETO TÉRMICO (1)					
47	MÁX. DIÂMETRO CASCO (60 polegadas)		-	MÁXIMO PESO DO FEIXE (10-20 t)		-
48	DIÂMETRO EXTERIOR TUBOS (3/4 pulgada)		-	MÍNIMO ESPESSURA (BWG)		-
49	COMPRIMENTO TUBOS (20 ft)		20	PITCH (1 pulgada) / TIPO		- <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
50	VEL. MÁX./ MÍN. PERMITIDA TUBOS (m/s)		-	VEL. MÁX./ MÍN. PERM.CASCO (m/s)		-
51	NOTAS :					
52	(1) Área de troca térmica: 1.1 m²					
53						
54						
55						
56						
57	Curvas de condensação/vaporização em folha anexe se procede.					
58	Para materiais ver folha de seleção de materiais.					

Rev.	Por					
Data	Aprovado					

		PROJETO : Produção de Anilina								EQUIPAMENTO n E - 10			
		UNIDADE : Resfriar o resíduo								Pág. 2 de 2			
R e v	TROCADORES DE CALOR												
	CURVAS DE CONDENSAÇÃO OU EVAPORAÇÃO												
1													
2	LADO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Notas
3	Posição		Entrada									Saída	
4	Temperatura, T	°C											
5	Pressão, P	kg/cm ² g											
6	Vazão vapor (úmida)	kg/h											
7	Vazão de líquido (seca)	kg/h											
8	Vazão de água livre	kg/h											
9	Calor latente	kcal/kg											
10	Calor trocado	kcal/h											
11	Fase vapor (úmida)												
12	Peso molecular	kg/kmol											
13	DENSIDADE @P,T	kg/m ³											
14	VISCOSIDADE @T	cSt											
15	Cond. térmica @T	kcal/h m °C											
16	Calor específico @T	kcal/kg °C											
17	Fase líquida (seca)												
18	DENSIDADE @T	kg/m ³											
19	VISCOSIDADE @T	cP											
20	Cond. térmica @T	kcal/h m °C											
21	Calor específico @T	kcal/kg °C											
22	Tensão superf. @P,T	dinas/cm											
23	LADO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Notas
24	Posição		Entrada									Saída	
25	Temperatura, T	°C											
26	Pressão, P	kg/cm ² g											
27	Vazão vapor (úmida)	kg/h											
28	Vazão de líquido (seca)	kg/h											
29	Vazão de água livre	kg/h											
30	Calor latente	kcal/kg											
31	Calor trocado	kcal/h											
32	Fase vapor (úmida)												
33	Peso molecular	kg/kmol											
34	DENSIDADE @P,T	kg/m ³											
35	VISCOSIDADE @T	cP											
36	Cond. térmica @T	kcal/h m °C											
37	Calor específico @T	kcal/kg °C											
38	Fase líquida (seca)												
39	DENSIDADE @T	kg/m ³											
40	VISCOSIDADE @T	cSt											
41	Cond. térmica @T	kcal/h m °C											
42	Calor específico @T	kcal/kg °C											
43	Tensão superf. @P,T	dinas/cm											
44	NOTAS :												
45													
46													
47													
48													
49													
50													
51													
52													
53													
54													
55													
56													
57													
58													
Rev.		Por											
Data		Aprovado											

7. Folhas de Especificação de Compressores

PROJETO : Produção de Anilina		EQUIPAMENTO nº K - 1	
UNIDADE : K - 1		Pág. 1	de 1

R e v	COMPRESSORES			
	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO			
1	CASO DE PROJETO		Produção de Anilina	
2	SERVIÇO		Transporte de fluido	
3	EQUIPAMENTO Nº OPERAÇÃO / RESERVA		1	
4	NÚMERO REQUERIDO OPERAÇÃO / RESERVA		1	-
5	TIPO DE COMPRESOR (centrífugo / desplazamiento positivo)		centrífugo	
6	FUNCIONAMENTO (continuo / descontinuo ; série / paralelo)		continuo	
7	VAZÕES E CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO			
8	NÚMERO DE ETAPAS		1	
9	ETAPA		1	
10	NATUREZA DO FLUIDO		Líquido	
11	COMPONENTES CORROSIVOS/TÓXICOS		H2	
12	VAZÃO MÁSSICA OPERAÇÃO	kg/h	222.5145	
13	VAZÃO MÁSSICA PROJETO	kg/h	222.5145	
14	CONDIÇÕES NA ASPIRAÇÃO			
15	PRESSÃO	kg/cm² a	1.029913	
16	TEMPERATURA	° C	44.2182	
17	PESO MOLECULAR	kg/kmol	3.734	
18	FATOR DE COMPRESSIBILIDADE @P,T	~	1	
19	Densidade @P,T	kg/m³	0.1431	
20	K = Cp / Cv @P,T	~	1.398	
21	PONTO DE ORVALHO @P ASPIRAÇÃO	°C	-	
22	VAZÃO VOLUMÉTRICA PROJETO @P,T (1)	m³/h	1555	
23	DIÂMETRO TUBULAÇÃO ASPIRAÇÃO	polegadas	-	
24	CONDIÇÕES NA IMPULSÃO (2)			
25	PRESSÃO	kg/cm² a	3.158	
26	TEMP. CALC. / MÁX. PERMITIDA PROCESSO	°C / °C	201 170	
27	FATOR DE COMPRESSIBILIDADE @P,T	~	1	
28	K = Cp / Cv @P,T	~	1.387	
29	DIÂMETRO TUBULAÇÃO IMPULSÃO	polegadas	-	
30	CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMENTO (2)			
31	RELAÇÃO DE COMPRESSÃO	~	0.326128246	
32	EFICIENCIA POLITRÓPICA / ADIABÁTICA	%	78 75	
33	ALTURA POLITRÓPICA / ADIABÁTICA	kNm/kg	- -	
34	POTENCIA REQUERIDA PELO GÁS (3)		0.4228	
35	POTENCIA TOTAL NO EIXO (3)	kW	0.4228	
36	REQUERIMENTOS DE CONTROLE E PROCESSO			
37	VAZÃO VOL. MÍNIMA DE PROCESSO (4)	m³/h	25.89	
38	CONTROLE DE CAPACIDADE		-	
39	TIPO DE CONTROLE		Regime de Giro	
40	INJEÇÃO DE LÍQUIDO DE FLUSHING (sim / não)	não		
41	CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO			
42	PRESSÃO PROJETO NA ASPIRAÇÃO	kg/cm² g	1.029913	
43	PRESSÃO PROJETO NA IMPULSÃO	kg/cm² g	3.158	
44	TEMPERATURA DE PROJETO	°C	44	
45	CARACTERÍSTICAS DO ACIONAMENTO			
46	TIPO DE ACIONAMENTO OPERAÇÃO / RESERVA		Mecânico	-
47	EFICIENCIA ESTIMADA	%	76	76
48	CONSUMO ELÉCTRICO ESTIMADO, Q Des.	kWh/h	-	-
49	CONSUMO VAPOR ESTIMADO, Q Des.	t/h	-	-
50	NOTAS :			
51	(1) Capacidade no ponto de garantia.			
52	(2) As condições interetapas e de funcionamento são estimações. A confirmar e. de detalhe/vendedor.			
53	(3) Potências para vazão de projeto. PERDAS mecânicas consideradas: %			
54	(4) Vazão de processo em condições de "turn-dow n", posta em funcionamento ou outras operações. A E. de detalhe / vendedor devem especificar a vazão mínima requerida PELO compressor E el sistema de proteção / recirculação en su caso.			
55	Para materiais ver a folha de seleção de materiais.			
56	Rev.	Por		
57	Data	Aprovado		

8. Folhas de Especificação de Bombas

PROJETO : Planta de produção de anilina		EQUIPAMENTO n° P-1	
UNIDADE : Alimentação à planta		Pág. 1 de 2	
R e v	BOMBAS		
1	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO		
2	CASO DE PROJETO		
3	SERVIÇO	Transporte à planta	
4	EQUIPAMENTO Nº OPERAÇÃO / RESERVA	P-1	
5	NÚMERO DE BOMBAS REQUERIDAS OPERAÇÃO / RESERVA	A	B
6	TIPO DE BOMBA (centrífuga / volumétrica alternativa / volumétrica rotativa)	Centrífuga	
7	FUNCIONAMENTO (contínuo / descontinuo ; série / paralelo)	Contínuo	
8	CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO		
9	NATUREZA DO FLUIDO	Orgânico	
10	COMPONENTES CORROSIVOS / TÓXICOS	Não	Não
11	SÓLIDOS EM SUSPENSÃO (quantidade / DIÂMETRO Equivalente)	Não	-
12	PONTO DE FLUIDEZ (POUR POINT)	°C	-
13	TEMP. DE AUTO IGNIÇÃO / IGNIÇÃO	°C	-
14	TEMPERATURA DE BOMBEIO	°C	24
15	Densidade @T BOMBEIO	kg/m³	1199
16	Viscosidade @T BOMBEIO	cSt	2.238
17	PRESSÃO DE VAPOR @T BOMBEIO	kg/cm² a	0.318
18	CARACTERÍSTICAS DO PROJETO DA BOMBA		
19	VAZÃO DE PROJETO Q (rated) (1)	m³/h	2.67
20	VAZÃO MÍNIMO DE PROCESSO (2)	m³/h	1.34
21	VAZÃO NORMAL	m³/h	2.22
22	PRESSÃO DE IMPULSÃO @ Q rated	kg/cm² g	3.53
23	PRESSÃO DE ASPIRAÇÃO @ Q rated	kg/cm² g	0.34
24	PRESSÃO DIFERENCIAL @ Q rated	kg/cm²	3.19
25	ALTURA DIFERENCIAL @ Q rated (1)	m	26.61
26	NPSH DISPONÍVEL @ Q rated (3)	m	8.81
27	MÁX. DP a IMPULSÃO FECHADA (4)	kg/cm²	4.68
28	PRESSÃO MÁXIMA ASPIRAÇÃO	kg/cm² g	2.49
29	PRESSÃO MÁXIMA IMPULSÃO	kg/cm² g	6.31
30	DIÂMETRO TUBULAÇÃO ASPIRAÇÃO / IMPULSÃO	polegadas	2 2
31	IMPULSOR / FECHAMENTO (5)		-
32	TRACEJADO / ISOLAMENTO / FLUSHING (6)		Não
33	CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO		
34	TEMPERATURA PROJETO MECÂNICO	°C	80
35	PRESSÃO PROJETO MECÂNICO	kg/cm² g	
36	CARACTERÍSTICAS DO ACIONAMENTO		
37	TIPO OPERAÇÃO / RESERVA	Operação	Reserva
38	CONSUMO ELÉCTRICO ESTIMADO A VAZÃO PROJETO (7)	kWh/h	0.91 0.91
39	CONSUMO DE VAPOR ESTIMADO A VAZÃO PROJETO	Kg/h	- -
40	NOTAS :		
41	(1) O ponto de garantia deve ser para a vazão de projeto (rated) e a altura diferencial indicada.		
42	(2) Vazão de processo em condições de "turn-dow n", posta em funcionamento ou outras operações. A l. de detalhe / vendedor deve especificar a vazão mínima requerida pela bomba e o sistema de proteção / recirculação em seu caso.		
43			
44	(3) Na brida de aspiração da bomba. Exclui cargas de aceleração para bombas volumétricas alternativas. Exclui contingências /		
45	margem para todo tipo de bombas.		
46	(4) Este valor não pode ser excedido pela bomba com dens., viscos. normais e velocidade de operação contínua máx.		
47	(5) Especificar tipo / particularidades do impulsor / fechamento, se existem requerimentos de processo.		
48	(6) Especificar tracejado, isolamento, flushing se existem requerimentos de processo.		
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58	Para materiais ver la folha de seleção de materiais.		
	Rev.	Por	
	Data	Aprovado	

	PROJETO : Planta de produção de anilina UNIDADE : Alimentação à planta	EQUIPAMENTO nº P-1 Pág. 2 de 2
--	---	--

R e v	FOLHA DE CÁLCULO DE BOMBAS
-------------	----------------------------

1	SERVIÇO / CASO : Transporte à planta
2	ESQUEMA DE FLUXO :
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	

16	NATUREZA DO FLÚIDO	-	Orgânico	
17	T de BOMBEIO	°C	24	
18	Viscosidade @T	cSt	2.238	
19	Densidade @T	kg/m³	1199	
20				
21	Capacidade		Q Nor	Q des
22	VAZÃO mássico	kg/h	2667	3200.4
23	VAZÃO volumétrico	m³/h	2.223	2.668
24				
25	P. ASPIRAÇÃO		Q Nor	Q des
26	P. recipiente	kg/cm² g	0	0
27	H (LT a center line)	kg/cm²	0.036	0.036
28	ΔP linha	kg/cm²	0.0136	0.0136
29	ΔP filtro	kg/cm²	0.0000	0
30	ΔP outros	kg/cm²	0	0
31	P. ASPIRAÇÃO	kg/cm² g	0.342	0.342
32				
33	NPSH DISPONÍVEL		Q Nor	Q des
34	PRESSÃO ASPIRAÇÃO	kg/cm² a		1.38
35	P. vapor @T	kg/cm² a		0.318
36	Diferença	kg/cm²		1.062
37	NPSHA	m		8.81
38				
39	Consumo estimado ACIONAMENTO		Q Nor	Q des
40	HHP	CV	0.26	0.31
41	Eficiência bomba	%	0.3	0.3
42	BHP	CV	0.86	1.04
43	Motor			
44	Eficiência motor	%	0.85	0.85
45	Eleticidade	kWh/h	0.75	0.91
46	Turbina			
47	ΔH vapor isoentrópica.	kJ/Kg	-	-
48	Eficiência turbina	%	-	-
49	Consumo vapor	kg/h	-	-
50	NOTAS :			
51	(1) Especificar o set pressure da válvula de segurança do recipiente de aspiração			
52	(2) Especificar n vezes a pressão diferencial @ Qdes, onde n = 1,2 // 1,2*1,1 para acionamento com motor // turbina.			
53	(3) Será especificado : P max de aspiração + P diferencial máxima. Para bombas volumétricas o set pressure da válvula de segurança em impulsão será igual à pressão máxima de impulsão.			
54				
55				
56				
57				
58				

Rev.	Por					
Data	Aprovado					

PROJETO : Planta de produção de anilina		EQUIPAMENTO n° P-2	
UNIDADE : Separação trifásica		Pág. 1 de 2	
R e v	BOMBAS		
	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO		
1	CASO DE PROJETO		
2	SERVIÇO		Transporte de fase aquosa
3	EQUIPAMENTO Nº OPERAÇÃO / RESERVA		P-2
4	NÚMERO DE BOMBAS REQUERIDAS OPERAÇÃO / RESERVA		A B
5	TIPO DE BOMBA (centrífuga / volumétrica alternativa / volumétrica rotativa)		Centrífuga
6	FUNCIONAMENTO (contínuo / descontinuo ; série / paralelo)		Contínuo
7	CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO		
8	NATUREZA DO FLUIDO		Solução aquosa
9	COMPONENTES CORROSIVOS / TÓXICOS		Não Não
10	SÓLIDOS EN SUSPENSÃO (quantidade / DIÂMETRO Equivalente)		Não -
11	PONTO DE FLUIDEZ (POUR POINT)	°C	-
12	TEMP. DE AUTO IGNIÇÃO / IGNIÇÃO	°C	- -
13	TEMPERATURA DE BOMBEIO	°C	44.22
14	Densidade @T BOMBEIO	kg/m³	994.3
15	Viscosidade @T BOMBEIO	cSt	0.67
16	PRESSÃO DE VAPOR @T BOMBEIO	kg/cm² a	0.96
17	CARACTERÍSTICAS DO PROJETO DA BOMBA		
18	VAZÃO DE PROJETO Q (rated) (1)	m³/h	0.81
19	VAZÃO MÍNIMO DE PROCESSO (2)	m³/h	0.41
20	VAZÃO NORMAL	m³/h	0.68
21	PRESSÃO DE IMPULSÃO @ Q rated	kg/cm² g	2.15
22	PRESSÃO DE ASPIRAÇÃO @ Q rated	kg/cm² g	0.27
23	PRESSÃO DIFERENCIAL @ Q rated	kg/cm²	1.88
24	ALTURA DIFERENCIAL @ Q rated (1)	m	18.93
25	NPSH DISPONÍVEL @ Q rated (3)	m	3.44
26	MÁX. DP a IMPULSÃO FECHADA (4)	kg/cm²	2.26
27	PRESSÃO MÁXIMA ASPIRAÇÃO	kg/cm² g	2.27
28	PRESSÃO MÁXIMA IMPULSÃO	kg/cm² g	4.53
29	DIÂMETRO TUBULAÇÃO ASPIRAÇÃO / IMPULSÃO	polegadas	1 1/2 1 1/2
30	IMPULSOR / FECHAMENTO (5)		-
31	TRACEJADO / ISOLAMENTO / FLUSHING (6)		Não
32	CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO		
33	TEMPERATURA PROJETO MECÂNICO	°C	80
34	PRESSÃO PROJETO MECÂNICO	kg/cm² g	
35	CARACTERÍSTICAS DO ACIONAMENTO		
36	TIPO OPERAÇÃO / RESERVA	Operação	Reserva
37	CONSUMO ELÉCTRICO ESTIMADO A VAZÃO PROJETO (7)	kWh/h	0.163 0.163
38	CONSUMO DE VAPOR ESTIMADO A VAZÃO PROJETO	Kg/h	- -
39	NOTAS :		
40	(1) O ponto de garantia deve ser para a vazão de projeto (rated) e a altura diferencial indicada.		
41	(2) Vazão de processo em condições de "turn-down", posta em funcionamento ou outras operações. A l. de detalhe / vendedor deve especificar a vazão mínima requerida pela bomba e o sistema de proteção / recirculação em seu caso.		
42	(3) Na brida de aspiração da bomba. Exclui cargas de aceleração para bombas volumétricas alternativas. Exclui contingências / margem para todo tipo de bombas.		
43	(4) Este valor não pode ser excedido pela bomba con dens., viscos. normais e velocidade de operação contínua máx.		
44	(5) Especificar tipo / particularidades do impulsor / fechamento, se existem requerimentos de processo.		
45	(6) Especificar tracejado, isolamento, flushing se existem requerimentos de processo.		
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58	Para materiais ver la folha de seleção de materiais.		
Rev.	Por		
Data	Aprovado		

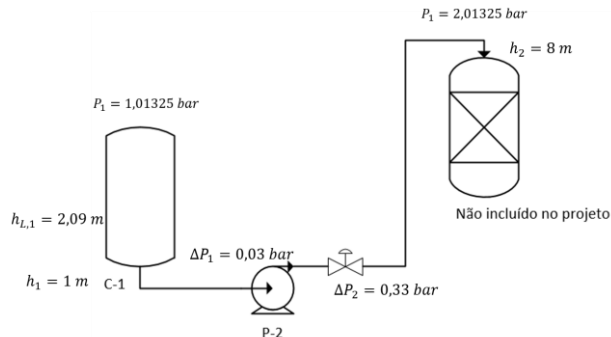
PROJETO : **Planta de produção de anilina**
 UNIDADE : **Separação trifásica**

EQUIPAMENTO nº **P-2**
 Pág. **2** de **2**

FOLHA DE CÁLCULO DE BOMBAS

SERVIÇO / CASO : **Transporte de fase aquosa**

ESQUEMA DE FLUXO :



NATUREZA DO FLUÍDO	-	Orgânico
T de BOMBEIO	°C	44.22
Viscosidade @T	cSt	0.67
Densidade @T	kg/m³	994.3

Capacidade		Q Nor	Q des
VAZÃO mássico	kg/h	674.3	809.2
VAZÃO volumétrico	m³/h	0.678	0.813

P. ASPIRAÇÃO		Q Nor	Q des
P. recipiente	kg/cm² g	0	0
H (LT a center line)	kg/cm²	0.307	0.307
ΔP linha	kg/cm²	0.0346	0.0346
ΔP filtro	kg/cm²	0.0000	0
ΔP otros	kg/cm²	0	0
P. ASPIRAÇÃO	kg/cm² g	0.27	0.27

NPSH DISPONÍVEL		Q Nor	Q des
PRESSÃO ASPIRAÇÃO	kg/cm² a		1.31
P. vapor @T	kg/cm² a		0.964
Diferença	kg/cm²		0.346
NPSHA	m		3.44

Consumo estimado ACIONAMENTO		Q Nor	Q des
HHP	CV	0.047	0.056
Eficiência bomba	%	0.3	0.3
BHP	CV	0.16	0.19
Motor			
Eficiência motor	%	0.85	0.85
Eleticidade	kWh/h	0.136	0.163
Turbina			
ΔH vapor isoentrópica.	kJ/Kg	-	-
Eficiência turbina	%	-	-
Consumo vapor	kg/h	-	-

P. IMPULSÃO	Q Nor			Q Des.
	Circ. 1	Circ. 2	Circ. 3	
	kg/cm² g ou kg/cm² (ΔP)			
P. destino	1.0197	-	-	-
ΔP distribuidor	0	-	-	-
Altura estática	0.796	-	-	-
ΔP linha	0.0035	-	-	-
ΔP filtro	0	-	-	-
ΔP controle	0.306	-	-	-
ΔP	0	-	-	-
ΔP	0	-	-	-
ΔP	0	-	-	-
ΔP	0	-	-	-
ΔP placa	0	-	-	-
ΔP Válv. Cont.	0	-	-	-
P. IMPULSÃO	2.16	-	-	-

P. Diferencial @ Q des		Q des
P. IMPULSÃO	kg/cm² g	2.16
P. ASPIRAÇÃO	kg/cm² g	0.27
P. Diferencial	kg/cm²	1.88
Altura Diferencial	m	18.93

P. máx. ASPIRAÇÃO		
P. Recipiente (1)	kg/cm² g	1.78
H (HHL-Center line)	kg/cm²	0.51
P máx. ASPIRAÇÃO	kg/cm² g	2.26
P. máx. IMPULSÃO		
P difer. máx. motor (2)	kg/cm² g	2.25
P difer. máx. turbina (2)	kg/cm² g	-
P máx. IMPULSÃO (3)	kg/cm² g	4.52

NOTAS :

- (1) Especificar o set pressure da válvula de segurança do recipiente de aspiração
- (2) Especificar n veces a pressão diferencial @ Qdes, onde n = 1,2 // 1,2*1,1 para acionamento com motor // turbina.
- (3) Será especificado : P max de aspiração + P diferencial máxima. Para bombas volumétricas o set pressure da válvula de segurança em impulsão será igual à pressão máxima de impulsão.

Rev.	Por					
Data	Aprovado					

PROJETO : Planta de produção de anilina		EQUIPAMENTO n P-3	
UNIDADE : Separação trifásica		Pág. 1 de 2	

R e v	BOMBAS			
	1	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO		
	2	CASO DE PROJETO		
	3	SERVIÇO		Transporte da fase orgânica
	4	EQUIPAMENTO Nº OPERAÇÃO / RESERVA		P-3
	5	NÚMERO DE BOMBAS REQUERIDAS OPERAÇÃO / RESERVA		A B
	6	TIPO DE BOMBA (centrífuga / volumétrica alternativa / volumétrica rotativa)		Centrífuga
	7	FUNCIONAMENTO (contínuo / descontínuo ; série / paralelo)		Contínuo
	8	CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO		
	9	NATUREZA DO FLUIDO		Orgânico
	10	COMPONENTES CORROSIVOS / TÓXICOS		Não Não
	11	SÓLIDOS EN SUSPENSÃO (quantidade / DIÂMETRO Equivalente)		Não -
	12	PONTO DE FLUIDEZ (POUR POINT)	°C	-
	13	TEMP. DE AUTO IGNIÇÃO / IGNIÇÃO	°C	- -
	14	TEMPERATURA DE BOMBEIO	°C	44.22
	15	Densidade @T BOMBEIO	kg/m³	1002
	16	Viscosidade @T BOMBEIO	cSt	2.159
	17	PRESSÃO DE VAPOR @T BOMBEIO	kg/cm² a	0.9458
	18	CARACTERÍSTICAS DO PROJETO DA BOMBA		
19	VAZÃO DE PROJETO Q (rated) (1)	m³/h	2.54	
20	VAZÃO MÍNIMO DE PROCESSO (2)	m³/h	1.27	
21	VAZÃO NORMAL	m³/h	2.12	
22	PRESSÃO DE IMPULSÃO @ Q rated	kg/cm² g	0.88	
23	PRESSÃO DE ASPIRAÇÃO @ Q rated	kg/cm² g	0.28	
24	PRESSÃO DIFERENCIAL @ Q rated	kg/cm²	0.603	
25	ALTURA DIFERENCIAL @ Q rated (1)	m	6.02	
26	NPSH DISPONÍVEL @ Q rated (3)	m	2.99	
27	MÁX. DP a IMPULSÃO FECHADA (4)	kg/cm²	0.72	
28	PRESSÃO MÁXIMA ASPIRAÇÃO	kg/cm² g	2.27	
29	PRESSÃO MÁXIMA IMPULSÃO	kg/cm² g	2.99	
30	DIÂMETRO TUBULAÇÃO A SPIRAÇÃO / IMPULSÃO	polegadas	1 1/2 1 1/2	
31	IMPULSOR / FECHAMENTO (5)		-	
32	TRACEJADO / ISOLAMENTO / FLUSHING (6)		Não	
33	CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO			
34	TEMPERATURA PROJETO MECÂNICO	°C	80	
35	PRESSÃO PROJETO MECÂNICO	kg/cm² g		
36	CARACTERÍSTICAS DO ACIONAMENTO			
37	TIPO OPERAÇÃO / RESERVA		Operação Reserva	
38	CONSUMO ELÉCTRICO ESTIMADO A VAZÃO PROJETO (7)	kWh/h	0.163 0.163	
39	CONSUMO DE VAPOR ESTIMADO A VAZÃO PROJETO	Kg/h	- -	
40	NOTAS :			
41	(1) O ponto de garantia deve ser para a vazão de projeto (rated) e a altura diferencial indicada.			
42	(2) Vazão de processo em condições de "turn-down", posta em funcionamento ou outras operações. A l. de detalhe / vendedor deve especificar a vazão mínima requerida pela bomba e o sistema de proteção / recirculação em seu caso.			
43	(3) Na brida de aspiração da bomba. Exclui cargas de aceleração para bombas volumétricas alternativas. Exclui contingências / margem para todo tipo de bombas.			
44	(4) Este valor não pode ser excedido pela bomba con dens., viscos. normais e velocidade de operação contínua máx.			
45	(5) Especificar tipo / particularidades do impulsor / fechamento, se existem requerimentos de processo.			
46	(6) Especificar tracejado, isolamento, flushing se existem requerimentos de processo.			
47				
48				
49				
50				
51				
52				
53				
54				
55				
56				
57				
58	Para materiais ver la folha de seleção de materiais.			

Rev.	Por					
Data	Aprovado					

PROJETO : Planta de produção de anilina		EQUIPAMENTO nº P-3	
UNIDADE : Separação trifásica		Pág. 2 de 2	

R e v	FOLHA DE CÁLCULO DE BOMBAS			
	1	SERVIÇO / CASO : Transporte de fase orgânica		
	2	ESQUEMA DE FLUXO :		
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			
	11			
	12			
	13			
	14			
15				
16	NATUREZA DO FLUÍDO	-	Orgânico	
17	T de BOMBEIO	°C	44.22	
18	Viscosidade @T	cSt	2.159	
19	Densidade @T	kg/m³	1002	
20				
21	Capacidade		Q Nor	Q des
22	VAZÃO mássico	kg/h	2122	2546
23	VAZÃO volumétrico	m³/h	2.118	2.54
24				
25	P. ASPIRAÇÃO		Q Nor	Q des
26	P. recipiente	kg/cm² g	0	0
27	H (LT a center line)	kg/cm²	0.31	0.31
28	ΔP linha	kg/cm²	0.0343	0.0343
29	ΔP filtro	kg/cm²	0.0000	0
30	ΔP otros	kg/cm²	0	0
31	P. ASPIRAÇÃO	kg/cm² g	0.27	0.27
32				
33	NPSH DISPONÍVEL		Q Nor	Q des
34	PRESSÃO ASPIRAÇÃO	kg/cm² a		1.31
35	P. vapor @T	kg/cm² a		0.964
36	Diferença	kg/cm²		0.346
37	NPSHA	m		2.99
38				
39	Consumo estimado ACIONAMENTO		Q Nor	Q des
40	HHP	CV	0.047	0.056
41	Eficiência bomba	%	0.3	0.3
42	BHP	CV	0.156	0.187
43	Motor			
44	Eficiência motor	%	0.85	0.85
45	Eleticidade	kWh/h	0.136	0.163
46	Turbina			
47	ΔH vapor isoentrópica.	kJ/Kg	-	-
48	Eficiência turbina	%	-	-
49	Consumo vapor	kg/h	-	-
50	NOTAS :			
51	(1) Especificar o set pressure da válvula de segurança do recipiente de aspiração			
52	(2) Especificar n veces a pressão diferencial @ Qdes, onde n = 1,2 // 1,2*1,1 para acionamento com motor // turbina.			
53	(3) Será especificado : P max de aspiração + P diferencial máxima. Para bombas volumétricas o set pressure da válvula de segurança em impulsão será igual à pressão máxima de impulsão.			
54				
55				
56				
57				
58				

Rev.	Por						
Data	Aprovado						

PROJETO : Planta de produção de anilina		EQUIPAMENTO n° P-4	
UNIDADE : Transporte à coluna de desidratação C-4		Pág. 1 de 2	
R e v	BOMBAS		
	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO		
1	CASO DE PROJETO		
2	SERVIÇO		
3	Transporte a coluna C-3		
4	EQUIPAMENTO Nº OPERAÇÃO / RESERVA		
5	P-4		
6	NÚMERO DE BOMBAS REQUERIDAS OPERAÇÃO / RESERVA		
7	A B		
8	TIPO DE BOMBA (centrífuga / volumétrica alternativa / volumétrica rotativa)		
9	Centrífuga		
10	FUNCIONAMENTO (contínuo / descontinuo ; série / paralelo)		
11	Contínuo		
12	CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO		
13	NATUREZA DO FLUIDO		
14	Orgânico		
15	COMPONENTES CORROSIVOS / TÓXICOS		
16	Não Não		
17	SÓLIDOS EN SUSPENSÃO (quantidade / DIÂMETRO Equivalente)		
18	Não -		
19	PONTO DE FLUIDEZ (POUR POINT)	°C	-
20	TEMP. DE AUTO IGNIÇÃO / IGNIÇÃO	°C	- -
21	TEMPERATURA DE BOMBEIO	°C	44.22
22	Densidade @T BOMBEIO	kg/m³	1002
23	Viscosidade @T BOMBEIO	cSt	2.159
24	PRESSÃO DE VAPOR @T BOMBEIO	kg/cm² a	0.964
25	CARACTERÍSTICAS DO PROJETO DA BOMBA		
26	VAZÃO DE PROJETO Q (rated) (1)	m³/h	2.54
27	VAZÃO MÍNIMO DE PROCESSO (2)	m³/h	1.27
28	VAZÃO NORMAL	m³/h	2.12
29	PRESSÃO DE IMPULSÃO @ Q rated	kg/cm² g	2.64
30	PRESSÃO DE ASPIRAÇÃO @ Q rated	kg/cm² g	0.51
31	PRESSÃO DIFERENCIAL @ Q rated	kg/cm²	2.14
32	ALTURA DIFERENCIAL @ Q rated (1)	m	21.36
33	NPSH DISPONÍVEL @ Q rated (3)	m	5.72
34	MÁX. DP a IMPULSÃO FECHADA (4)	kg/cm²	2.57
35	PRESSÃO MÁXIMA ASPIRAÇÃO	kg/cm² g	2.33
36	PRESSÃO MÁXIMA IMPULSÃO	kg/cm² g	4.89
37	DIÂMETRO TUBULAÇÃO ASPIRAÇÃO / IMPULSÃO	polegadas	2 2
38	IMPULSOR / FECHAMENTO (5)		-
39	TRACEJADO / ISOLAMENTO / FLUSHING (6)		Sim
40	CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO		
41	TEMPERATURA PROJETO MECÂNICO	°C	80
42	PRESSÃO PROJETO MECÂNICO	kg/cm² g	
43	CARACTERÍSTICAS DO ACIONAMENTO		
44	TIPO OPERAÇÃO / RESERVA		Operação Reserva
45	CONSUMO ELÉCTRICO ESTIMADO A VAZÃO PROJETO (7)	kWh/h	0.58 0.58
46	CONSUMO DE VAPOR ESTIMADO A VAZÃO PROJETO	Kg/h	- -
47	NOTAS :		
48	(1) O ponto de garantia deve ser para a vazão de projeto (rated) e a altura diferencial indicada.		
49	(2) Vazão de processo em condições de "turn-down", posta em funcionamento ou outras operações. A l. de detalhe / vendedor deve especificar a vazão mínima requerida pela bomba e o sistema de proteção / recirculação em seu caso.		
50	(3) Na brida de aspiração da bomba. Exclui cargas de aceleração para bombas volumétricas alternativas. Exclui contingências / margem para todo tipo de bombas.		
51	(4) Este valor não pode ser excedido pela bomba con dens., viscos. normais e velocidade de operação contínua máx.		
52	(5) Especificar tipo / particularidades do impulsor / fechamento, se existem requerimentos de processo.		
53	(6) Especificar tracejado, isolamento, flushing se existem requerimentos de processo.		
54			
55			
56			
57			
58	Para materiais ver la folha de seleção de materiais.		
Rev.	Por		
Data	Aprovado		

PROJETO : Planta de produção de anilina		EQUIPAMENTO nº P-4	
UNIDADE : Transporte à coluna de desidratação C-4		Pág. 2 de 2	

R e v	FOLHA DE CÁLCULO DE BOMBAS			
	1 SERVIÇO / CASO :			
	2 ESQUEMA DE FLUXO :			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			
	11			
	12			
	13			
14				
15				
16 NATUREZA DO FLUÍDO		-	Orgânico	
17 T de BOMBEIO		°C	44.22	
18 Viscosidade @T		cSt	2.159	
19 Densidade @T		kg/m³	1002	
20				
21 Capacidade			Q Nor	Q des
22 VAZÃO mássico		kg/h	2122	2546
23 VAZÃO volumétrico		m³/h	2.118	2.54
24				
25 P. ASPIRAÇÃO			Q Nor	Q des
26 P. recipiente		kg/cm² g	0	0
27 H (LT a center line)		kg/cm²	0.54	0.54
28 ΔP linha		kg/cm²	0.0343	0.0343
29 ΔP filtro		kg/cm²	0.0000	0
30 ΔP outros		kg/cm²	0	0
31 P. ASPIRAÇÃO		kg/cm² g	0.5057	0.5057
32				
33 NPSH DISPONÍVEL			Q Nor	Q des
34 PRESSÃO ASPIRAÇÃO		kg/cm² a		1.03323
35 P. vapor @T		kg/cm² a		0.964
36 Diferença		kg/cm²		0.06923
37 NPSHA		m		5.72
38				
39 Consumo estimado ACIONAMENTO			Q Nor	Q des
40 HHP		CV	0.17	0.199
41 Eficiência bomba		%	0.3	0.3
42 BHP		CV	0.55	0.66
43 Motor				
44 Eficiência motor		%	0.85	0.85
45 Eletricidade		kWh/h	0.48	0.58
46 Turbina				
47 ΔH vapor isoentrópica.		kJ/Kg	-	-
48 Eficiência turbina		%	-	-
49 Consumo vapor		kg/h	-	-
50 NOTAS :				
51 (1) Especificar o set pressure da válvula de segurança do recipiente de aspiração				
52 (2) Especificar n vezes a pressão diferencial @ Qdes, onde n = 1,2 // 1,2*1,1 para acionamento com motor // turbina.				
53 (3) Será especificado : P max de aspiração + P diferencial máxima. Para bombas volumétricas o set pressure da válvula de				
54 segurança em impulsão será igual à pressão máxima de impulsão.				
55				
56				
57				
58				

Rev.	Por					
Data	Aprovado					

PROJETO : Planta de produção de anilina		EQUIPAMENTO nº P-5	
UNIDADE : Desidratação da Anilina		Pág. 1 de 2	

R e v	BOMBAS			
	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO			
1	CASO DE PROJETO			
2	SERVIÇO		Refluxo leve coluna C-4	
3	EQUIPAMENTO Nº OPERAÇÃO / RESERVA		P-5	
4	NÚMERO DE BOMBAS REQUERIDAS OPERAÇÃO / RESERVA		A	B
5	TIPO DE BOMBA (centrífuga / volumétrica alternativa / volumétrica rotativa)		Rotativa	
6	FUNCIONAMENTO (contínuo / descontínuo ; série / paralelo)		Contínuo	
7	CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO			
8	NATUREZA DO FLUIDO		Orgânico	
9	COMPONENTES CORROSIVOS / TÓXICOS		Não	Não
10	SÓLIDOS EN SUSPENSÃO (quantidade / DIÂMETRO Equivalente)		Não	-
11	PONTO DE FLUIDEZ (POUR POINT)	°C	-	
12	TEMP. DE AUTO IGNIÇÃO / IGNIÇÃO	°C	-	-
13	TEMPERATURA DE BOMBEIO	°C	103.7	
14	Densidade @T BOMBEIO	kg/m³	946.4	
15	Viscosidade @T BOMBEIO	cSt	0.292	
16	PRESSÃO DE VAPOR @T BOMBEIO	kg/cm² a	1.224	
17	CARACTERÍSTICAS DO PROJETO DA BOMBA			
18	VAZÃO DE PROJETO Q (rated) (1)	m³/h	0.013	
19	VAZÃO MÍNIMO DE PROCESSO (2)	m³/h	0.007	
20	VAZÃO NORMAL	m³/h	0.011	
21	PRESSÃO DE IMPULSÃO @ Q rated	kg/cm² g	1.866	
22	PRESSÃO DE ASPIRAÇÃO @ Q rated	kg/cm² g	0.486	
23	PRESSÃO DIFERENCIAL @ Q rated	kg/cm²	1.38	
24	ALTURA DIFERENCIAL @ Q rated (1)	m	14.583	
25	NPSH DISPONÍVEL @ Q rated (3)	m	3.12	
26	MÁX. DP a IMPULSÃO FECHADA (4)	kg/cm²	1.657	
27	PRESSÃO MÁXIMA ASPIRAÇÃO	kg/cm² g	2.236	
28	PRESSÃO MÁXIMA IMPULSÃO	kg/cm² g	3.892	
29	DIÂMETRO TUBULAÇÃO ASPIRAÇÃO / IMPULSÃO	polegadas	0.591	0.591
30	IMPULSOR / FECHAMENTO (5)		-	
31	TRACEJADO / ISOLAMENTO / FLUSHING (6)		Não	
32	CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO			
33	TEMPERATURA PROJETO MECÂNICO	°C	133.7	
34	PRESSÃO PROJETO MECÂNICO	kg/cm² g		
35	CARACTERÍSTICAS DO ACIONAMENTO			
36	TIPO OPERAÇÃO / RESERVA		Operação	Reserva
37	CONSUMO ELÉTRICO ESTIMADO A VAZÃO PROJETO (7)	kWh/h	0.002	0.002
38	CONSUMO DE VAPOR ESTIMADO A VAZÃO PROJETO	Kg/h	-	-
39	NOTAS :			
40	(1) O ponto de garantia deve ser para a vazão de projeto (rated) e a altura diferencial indicada.			
41	(2) Vazão de processo em condições de "turn-down", posta em funcionamento ou outras operações. A l. de detalhe / vendedor deve especificar a vazão mínima requerida pela bomba e o sistema de proteção / recirculação em seu caso.			
42	(3) Na brida de aspiração da bomba. Exclui cargas de aceleração para bombas volumétricas alternativas. Exclui contingências / margem para todo tipo de bombas.			
43	(4) Este valor não pode ser excedido pela bomba com dens., viscos. normais e velocidade de operação contínua máx.			
44	(5) Especificar tipo / particularidades do impulsor / fechamento, se existem requerimentos de processo.			
45	(6) Especificar tracejado, isolamento, flushing se existem requerimentos de processo.			
46				
47				
48				
49				
50				
51				
52				
53				
54				
55				
56				
57				
58	Para materiais ver la folha de seleção de materiais.			

Rev.	Por					
Data	Aprovado					

PROJETO : Planta de produção de anilina		EQUIPAMENTO nº P-5	
UNIDADE : Desidratação da anilina		Pág. 2 de 2	

R e v	FOLHA DE CÁLCULO DE BOMBAS			
	1 SERVIÇO / CASO :			
	2 ESQUEMA DE FLUXO :			
	16 NATUREZA DO FLUÍDO			
	17 T de BOMBEIO			
	18 Viscosidade @T			
	19 Densidade @T			
	20			
	21 Capacidade			
	22 VAZÃO mássico			
	23 VAZÃO volumétrico			
	24			
	25 P. ASPIRAÇÃO			
	26 P. recipiente			
27 H (LT a center line)				
28 ΔP linha				
29 ΔP filtro				
30 ΔP outros				
31 P. ASPIRAÇÃO				
32				
33 NPSH DISPONÍVEL				
34 PRESSÃO ASPIRAÇÃO				
35 P. vapor @T				
36 Diferença				
37 NPSHA				
38				
39 Consumo estimado ACIONAMENTO				
40 HHP				
41 Eficiência bomba				
42 BHP				
43 Motor				
44 Eficiência motor				
45 Eletricidade				
46 Turbina				
47 ΔH vapor isoentrópica.				
48 Eficiência turbina				
49 Consumo vapor				
50 NOTAS :				
51 (1) Especificar o set pressure da válvula de segurança do recipiente de aspiração				
52 (2) Especificar n vezes a pressão diferencial @ Qdes, onde n = 1,2 // 1,2*1,1 para acionamento com motor // turbina.				
53 (3) Será especificado : P max de aspiração + P diferencial máxima. Para bombas volumétricas o set pressure da válvula de				
54 segurança em impulsão será igual à pressão máxima de impulsão.				
55				
56				
57				
58				

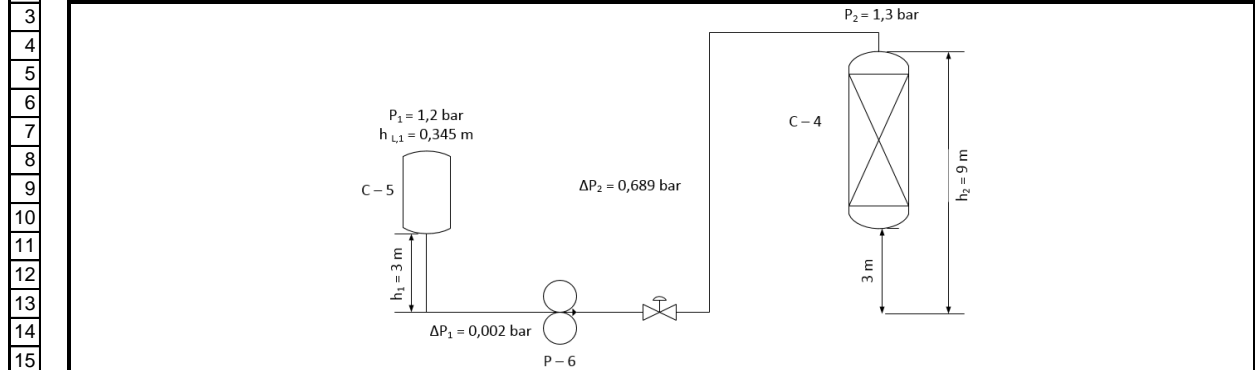
Rev.	Por					
Data	Aprovado					

PROJETO : Planta de produção de anilina		EQUIPAMENTO n° P-6	
UNIDADE : Desidratação da anilina		Pág. 1 de 2	
R e v	BOMBAS		
	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO		
1	CASO DE PROJETO		
2	SERVIÇO	Refluxo pesado coluna C-4	
3	EQUIPAMENTO Nº OPERAÇÃO / RESERVA	P-6	
4	NÚMERO DE BOMBAS REQUERIDAS OPERAÇÃO / RESERVA	A	B
5	TIPO DE BOMBA (centrífuga / volumétrica alternativa / volumétrica rotativa)	Rotativa	
6	FUNCIONAMENTO (contínuo / descontinuo ; série / paralelo)	Contínuo	
7	CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO		
8	NATUREZA DO FLUIDO	Orgânico	
9	COMPONENTES CORROSIVOS / TÓXICOS	Não	Não
10	SÓLIDOS EN SUSPENSÃO (quantidade / DIÂMETRO Equivalente)	Não	-
11	PONTO DE FLUIDEZ (POUR POINT)	°C	
12	TEMP. DE AUTO IGNIÇÃO / IGNIÇÃO	°C	
13	TEMPERATURA DE BOMBEIO	°C	
14	Densidade @T BOMBEIO	kg/m³	103.7
15	Viscosidade @T BOMBEIO	cSt	948.8
16	PRESSÃO DE VAPOR @T BOMBEIO	kg/cm² a	0.819
17	CARACTERÍSTICAS DO PROJETO DA BOMBA		
18	VAZÃO DE PROJETO Q (rated) (1)	m³/h	1.224
19	VAZÃO MÍNIMO DE PROCESSO (2)	m³/h	0.064
20	VAZÃO NORMAL	m³/h	0.032
21	PRESSÃO DE IMPULSÃO @ Q rated	kg/cm² g	0.053
22	PRESSÃO DE ASPIRAÇÃO @ Q rated	kg/cm² g	1.868
23	PRESSÃO DIFERENCIAL @ Q rated	kg/cm²	0.486
24	ALTURA DIFERENCIAL @ Q rated (1)	m	1.382
25	NPSH DISPONÍVEL @ Q rated (3)	m	14.560
26	MÁX. DP a IMPULSÃO FECHADA (4)	kg/cm²	3.120
27	PRESSÃO MÁXIMA ASPIRAÇÃO	kg/cm² g	1.658
28	PRESSÃO MÁXIMA IMPULSÃO	kg/cm² g	2.236
29	DIÂMETRO TUBULAÇÃO ASPIRAÇÃO / IMPULSÃO	polegadas	3.895
30	IMPULSOR / FECHAMENTO (5)	0.591 0.591	
31	TRACEJADO / ISOLAMENTO / FLUSHING (6)	-	
32	CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO		
33	TEMPERATURA PROJETO MECÂNICO	°C	Não
34	PRESSÃO PROJETO MECÂNICO	kg/cm² g	133.7
35	CARACTERÍSTICAS DO ACIONAMENTO		
36	TIPO OPERAÇÃO / RESERVA	Operação	Reserva
37	CONSUMO ELÉCTRICO ESTIMADO A VAZÃO PROJETO (7)	kWh/h	0.008
38	CONSUMO DE VAPOR ESTIMADO A VAZÃO PROJETO	Kg/h	0.008
39	NOTAS :		
40	(1) O ponto de garantia deve ser para a vazão de projeto (rated) e a altura diferencial indicada.		
41	(2) Vazão de processo em condições de "turn-down", posta em funcionamento ou outras operações. A l. de detalhe / vendedor deve especificar a vazão mínima requerida pela bomba e o sistema de proteção / recirculação em seu caso.		
42	(3) Na brida de aspiração da bomba. Exclui cargas de aceleração para bombas volumétricas alternativas. Exclui contingências / margem para todo tipo de bombas.		
43	(4) Este valor não pode ser excedido pela bomba con dens., viscos. normais e velocidade de operação contínua máx.		
44	(5) Especificar tipo / particularidades do impulsor / fechamento, se existem requerimentos de processo.		
45	(6) Especificar tracejado, isolamento, flushing se existem requerimentos de processo.		
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58	Para materiais ver la folha de seleção de materiais.		
Rev.	Por		
Data	Aprovado		

PROJETO :	Planta de produção de anilina	EQUIPAMENTO nº	P - 6
UNIDADE :	Desidratação da anilina	Pág.	2 de 2

FOLHA DE CÁLCULO DE BOMBAS

SERVIÇO / CASO :
ESQUEMA DE FLUXO :



NATUREZA DO FLUÍDO			Orgânico	Q Nor	Q des	P. IMPULSÃO	Q Nor			Q Des.
							Circ. 1	Circ. 2	Circ. 3	
T de BOMBEIO	°C		103.7				kg/cm² g ou kg/cm² (ΔP)			
Viscosidade @T	cSt		0.819			P. destino	0.312	-	-	-
Densidade @T	kg/m³		948.8			ΔP distribuidor	0	-	-	-
Capacidade						Altura estática	0.854	-	-	-
VAZÃO mássico	kg/h		50.72		60.864	ΔP linha	0.722	-	-	-
VAZÃO volumétrico	m³/h		0.053		0.0636	ΔP filtro	0	-	-	-
P. ASPIRAÇÃO						ΔP controle	0.687	-	-	-
P. recipiente	kg/cm² g		0.210		0.210	ΔP	0	-	-	-
H (LT a center line)	kg/cm²		0.317		0.317	ΔP	0	-	-	-
ΔP linha	kg/cm²		0.021		0.021	ΔP	0	-	-	-
ΔP filtro	kg/cm²		0		0	ΔP placa	0	-	-	-
ΔP outros	kg/cm²		0		0	ΔP Válv. Cont.	0	-	-	-
P. ASPIRAÇÃO	kg/cm² g		0.486		0.486	P. IMPULSÃO	1.868	-	-	-
NPSH DISPONÍVEL						P. Diferencial @ Q des				Q des
PRESSÃO ASPIRAÇÃO	kg/cm² a				1.520	P. IMPULSÃO		kg/cm² g		1.868
P. vapor @T	kg/cm² a				1.224	P. ASPIRAÇÃO		kg/cm² g		0.486
Diferença	kg/cm²				1.382	P. Diferencial		kg/cm²		1.382
NPSHA	m				3.120	Altura Diferencial		m		14.56
Consumo estimado ACIONAMENTO						P. máx. ASPIRAÇÃO				
HHP	CV		0.0030		0.0036	P. Recipiente (1)		kg/cm² g		1.960
Eficiência bomba	%		0.3		0.3	H (HHL-Center line)		kg/cm²		0.337
BHP	CV		0.0090		0.0108	P máx. ASPIRAÇÃO		kg/cm² g		2.236
Motor						P. máx. IMPULSÃO				
Eficiência motor	%		0.85		0.85	P difer. máx. motor (2)		kg/cm² g		1.658
Eleticidade	kWh/h		0.0080		0.0096	P difer. máx. turbina (2)		kg/cm² g		-
Turbina						P máx. IMPULSÃO (3)		kg/cm² g		3.895
ΔH vapor isoentrópica.	kJ/Kg		-		-					
Eficiência turbina	%		-		-					
Consumo vapor	kg/h		-		-					

NOTAS :

(1) Especificar o set pressure da válvula de segurança do recipiente de aspiração

(2) Especificar n veces a pressão diferencial @ Qdes, onde n = 1,2 // 1,2*1,1 para acionamento com motor // turbina.

(3) Será especificado : P max de aspiração + P diferencial máxima. Para bombas volumétricas o set pressure da válvula de segurança em impulsão será igual à pressão máxima de impulsão.

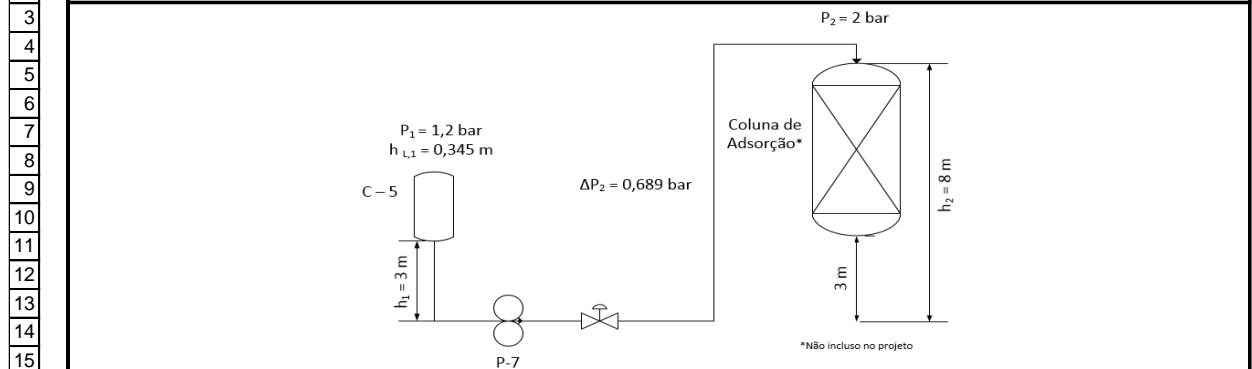
Rev.	Por						
Data	Aprovado						

PROJETO : Planta de produção de anilina		EQUIPAMENTO n P-7	
UNIDADE : Desidratação da anilina		Pág. 1 de 2	
R e v	BOMBAS		
	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO		
1	CASO DE PROJETO		
2	SERVIÇO		Produto de topo pesado coluna C-4
3	EQUIPAMENTO Nº OPERAÇÃO / RESERVA		P-7
4	NÚMERO DE BOMBAS REQUERIDAS OPERAÇÃO / RESERVA		A B
5	TIPO DE BOMBA (centrífuga / volumétrica alternativa / volumétrica rotativa)		Rotativa
6	FUNCIONAMENTO (contínuo / descontinuo ; série / paralelo)		Contínuo
7	CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO		
8	NATUREZA DO FLUIDO		Orgânico
9	COMPONENTES CORROSIVOS / TÓXICOS		Não Não
10	SÓLIDOS EN SUSPENSÃO (quantidade / DIÂMETRO Equivalente)		Não -
11	PONTO DE FLUIDEZ (POUR POINT)	°C	-
12	TEMP. DE AUTO IGNIÇÃO / IGNIÇÃO	°C	- -
13	TEMPERATURA DE BOMBEIO	°C	103.7
14	Densidade @T BOMBEIO	kg/m³	948.8
15	Viscosidade @T BOMBEIO	cSt	0.819
16	PRESSÃO DE VAPOR @T BOMBEIO	kg/cm² a	1.224
17	CARACTERÍSTICAS DO PROJETO DA BOMBA		
18	VAZÃO DE PROJETO Q (rated) (1)	m³/h	0.014
19	VAZÃO MÍNIMO DE PROCESSO (2)	m³/h	0.007
20	VAZÃO NORMAL	m³/h	0.012
21	PRESSÃO DE IMPULSÃO @ Q rated	kg/cm² g	2.487
22	PRESSÃO DE ASPIRAÇÃO @ Q rated	kg/cm² g	0.486
23	PRESSÃO DIFERENCIAL @ Q rated	kg/cm²	2.000
24	ALTURA DIFERENCIAL @ Q rated (1)	m	21.081
25	NPSH DISPONÍVEL @ Q rated (3)	m	3.120
26	MÁX. DP a IMPULSÃO FECHADA (4)	kg/cm²	2.400
27	PRESSÃO MÁXIMA ASPIRAÇÃO	kg/cm² g	2.236
28	PRESSÃO MÁXIMA IMPULSÃO	kg/cm² g	4.637
29	DIÂMETRO TUBULAÇÃO ASPIRAÇÃO / IMPULSÃO	polegadas	0.591 0.591
30	IMPULSOR / FECHAMENTO (5)		-
31	TRACEJADO / ISOLAMENTO / FLUSHING (6)		Não
32	CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO		
33	TEMPERATURA PROJETO MECÂNICO	°C	133.7
34	PRESSÃO PROJETO MECÂNICO	kg/cm² g	
35	CARACTERÍSTICAS DO ACIONAMENTO		
36	TIPO OPERAÇÃO / RESERVA	Operação	Reserva
37	CONSUMO ELÉCTRICO ESTIMADO A VAZÃO PROJETO (7)	kWh/h	0.002 0.002
38	CONSUMO DE VAPOR ESTIMADO A VAZÃO PROJETO	Kg/h	- -
39	NOTAS :		
40	(1) O ponto de garantia deve ser para a vazão de projeto (rated) e a altura diferencial indicada.		
41	(2) Vazão de processo em condições de "turn-down n", posta em funcionamento ou outras operações. A l. de detalhe / vendedor deve especificar a vazão mínima requerida pela bomba e o sistema de proteção / recirculação em seu caso.		
42	(3) Na brida de aspiração da bomba. Exclui cargas de aceleração para bombas volumétricas alternativas. Exclui contingências / margem para todo tipo de bombas.		
43	(4) Este valor não pode ser excedido pela bomba con dens., viscos. normais e velocidade de operação contínua máx.		
44	(5) Especificar tipo / particularidades do impulsor / fechamento, se existem requerimentos de processo.		
45	(6) Especificar tracejado, isolamento, flushing se existem requerimentos de processo.		
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58	Para materiais ver la folha de seleção de materiais.		
Rev.	Por		
Data	Aprovado		

PROJETO :	Planta de produção de anilina	EQUIPAMENTO nº	P - 7
UNIDADE :	Desidratação da anilina	Pág.	2 de 2

FOLHA DE CÁLCULO DE BOMBAS

SERVIÇO / CASO :
ESQUEMA DE FLUXO :



NATUREZA DO FLUÍDO	-	Orgânico					
T de BOMBEIO	°C		103.7				
Viscosidade @T	cSt		0.819				
Densidade @T	kg/m³		948.8				
Capacidade		Q Nor	Q des				
VAZÃO mássico	kg/h	11.16	13.392				
VAZÃO volumétrico	m³/h	0.012	0.0144				
P. ASPIRAÇÃO		Q Nor	Q des				
P. recipiente	kg/cm² g	0.210	0.210				
H (LT a center line)	kg/cm²	0.317	0.317				
ΔP linha	kg/cm²	0.021	0.021				
ΔP filtro	kg/cm²	0	0				
ΔP outros	kg/cm²	0	0				
P. ASPIRAÇÃO	kg/cm² g	0.486	0.486				
NPSH DISPONÍVEL		Q Nor	Q des				
PRESSÃO ASPIRAÇÃO	kg/cm² a		1.520				
P. vapor @T	kg/cm² a		1.224				
Diferença	kg/cm²		2.000				
NPSHA	m		3.120				
Consumo estimado ACIONAMENTO		Q Nor	Q des				
HHP	CV	0.0010	0.0012				
Eficiência bomba	%	0.3	0.3				
BHP	CV	0.0030	0.0036				
Motor							
Eficiência motor	%	0.85	0.85				
Eleticidade	kWh/h	0.0020	0.0024				
Turbina							
ΔH vapor isoentrópica.	kJ/Kg	-	-				
Eficiência turbina	%	-	-				
Consumo vapor	kg/h	-	-				
P. IMPULSÃO		Q Nor	Q Des.				
		Circ. 1	Circ. 2	Circ. 3			
P. destino	kg/cm² g ou kg/cm² (ΔP)	1.026	-	-	-		
ΔP distribuidor		0	-	-	-		
Altura estática		0.759	-	-	-		
ΔP linha		0.722	-	-	-		
ΔP filtro		0	-	-	-		
ΔP controle		0.687	-	-	-		
ΔP		0	-	-	-		
ΔP		0	-	-	-		
ΔP		0	-	-	-		
ΔP		0	-	-	-		
ΔP placa		0	-	-	-		
ΔP Válv. Cont.		0	-	-	-		
P. IMPULSÃO		2.487	-	-	-		
P. Diferencial @ Q des			Q des				
P. IMPULSÃO	kg/cm² g		2.487				
P. ASPIRAÇÃO	kg/cm² g		0.486				
P. Diferencial	kg/cm²		2.001				
Altura Diferencial	m		21.081				
P. máx. ASPIRAÇÃO							
P. Recipiente (1)	kg/cm² g		1.960				
H (HHL-Center line)	kg/cm²		0.337				
P máx. ASPIRAÇÃO	kg/cm² g		2.236				
P. máx. IMPULSÃO							
P difer. máx. motor (2)	kg/cm² g		2.400				
P difer. máx. turbina (2)	kg/cm² g		-				
P máx. IMPULSÃO (3)	kg/cm² g		4.637				

NOTAS :

(1) Especificar o set pressure da válvula de segurança do recipiente de aspiração

(2) Especificar n vezes a pressão diferencial @ Qdes, onde n = 1,2 // 1,2*1,1 para acionamento com motor // turbina.

(3) Será especificado : P max de aspiração + P diferencial máxima. Para bombas volumétricas o set pressure da válvula de segurança em impulsão será igual à pressão máxima de impulsão.

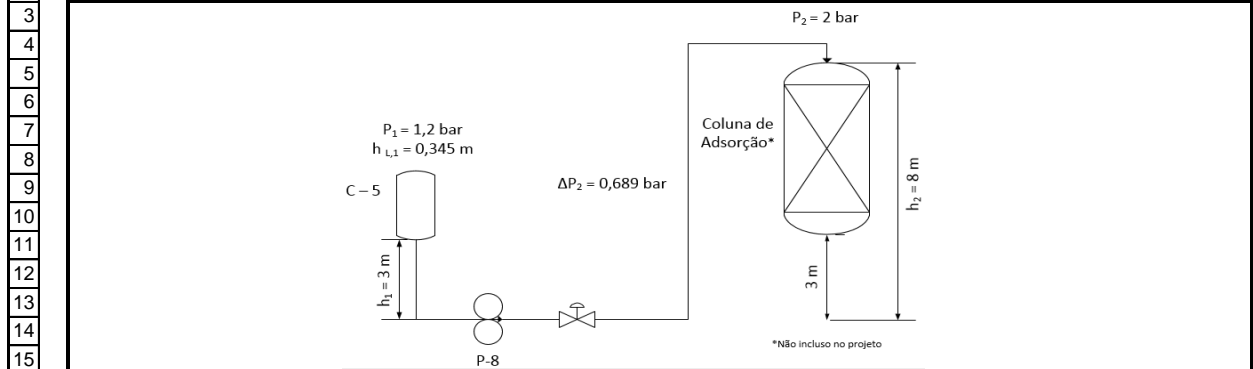
Rev.	Por						
Data	Aprovado						

PROJETO : Planta de produção de anilina		EQUIPAMENTO n° P-8	
UNIDADE : Desidratação da Anilina		Pág. 1 de 2	
R e v	BOMBAS		
1	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO		
2	CASO DE PROJETO		
3	SERVIÇO		Produto de topo leve coluna C-4
4	EQUIPAMENTO Nº OPERAÇÃO / RESERVA		P-8
5	NÚMERO DE BOMBAS REQUERIDAS OPERAÇÃO / RESERVA		A B
6	TIPO DE BOMBA (centrífuga / volumétrica alternativa / volumétrica rotativa)		Rotativa
7	FUNCIONAMENTO (contínuo / descontinuo ; série / paralelo)		Contínuo
8	CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO		
9	NATUREZA DO FLUIDO		Orgânico
10	COMPONENTES CORROSIVOS / TÓXICOS		Não Não
11	SÓLIDOS EN SUSPENSÃO (quantidade / DIÂMETRO Equivalente)		Não -
12	PONTO DE FLUIDEZ (POUR POINT)	°C	-
13	TEMP. DE AUTO IGNIÇÃO / IGNIÇÃO	°C	- -
14	TEMPERATURA DE BOMBEIO	°C	103.7
15	Densidade @T BOMBEIO	kg/m³	946.4
16	Viscosidade @T BOMBEIO	cSt	0.292
17	PRESSÃO DE VAPOR @T BOMBEIO	kg/cm² a	1.224
18	CARACTERÍSTICAS DO PROJETO DA BOMBA		
19	VAZÃO DE PROJETO Q (rated) (1)	m³/h	0.142
20	VAZÃO MÍNIMO DE PROCESSO (2)	m³/h	0.071
21	VAZÃO NORMAL	m³/h	0.118
22	PRESSÃO DE IMPULSÃO @ Q rated	kg/cm² g	2.485
23	PRESSÃO DE ASPIRAÇÃO @ Q rated	kg/cm² g	0.486
24	PRESSÃO DIFERENCIAL @ Q rated	kg/cm²	1.999
25	ALTURA DIFERENCIAL @ Q rated (1)	m	21.122
26	NPSH DISPONÍVEL @ Q rated (3)	m	3.12
27	MÁX. DP a IMPULSÃO FECHADA (4)	kg/cm²	2.399
28	PRESSÃO MÁXIMA ASPIRAÇÃO	kg/cm² g	2.236
29	PRESSÃO MÁXIMA IMPULSÃO	kg/cm² g	4.635
30	DIÂMETRO TUBULAÇÃO ASPIRAÇÃO / IMPULSÃO	polegadas	0.591 0.591
31	IMPULSOR / FECHAMENTO (5)		-
32	TRACEJADO / ISOLAMENTO / FLUSHING (6)		Não
33	CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO		
34	TEMPERATURA PROJETO MECÂNICO	°C	133.7
35	PRESSÃO PROJETO MECÂNICO	kg/cm² g	
36	CARACTERÍSTICAS DO ACIONAMENTO		
37	TIPO OPERAÇÃO / RESERVA		Operação Reserva
38	CONSUMO ELÉTRICO ESTIMADO A VAZÃO PROJETO (7)	kWh/h	0.025 0.025
39	CONSUMO DE VAPOR ESTIMADO A VAZÃO PROJETO	Kg/h	- -
40	NOTAS :		
41	(1) O ponto de garantia deve ser para a vazão de projeto (rated) e a altura diferencial indicada.		
42	(2) Vazão de processo em condições de "turn-down", posta em funcionamento ou outras operações. A l. de detalhe / vendedor deve especificar a vazão mínima requerida pela bomba e o sistema de proteção / recirculação em seu caso.		
43	(3) Na brida de aspiração da bomba. Exclui cargas de aceleração para bombas volumétricas alternativas. Exclui contingências / margem para todo tipo de bombas.		
44	(4) Este valor não pode ser excedido pela bomba com dens., viscos. normais e velocidade de operação contínua máx.		
45	(5) Especificar tipo / particularidades do impulsor / fechamento, se existem requerimentos de processo.		
46	(6) Especificar tracejado, isolamento, flushing se existem requerimentos de processo.		
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58	Para materiais ver la folha de seleção de materiais.		
Rev.	Por		
Data	Aprovado		

PROJETO :	Planta de produção de anilina	EQUIPAMENTO nº	P - 8
UNIDADE :	Desidratação da Anilina	Pág.	2 de 2

FOLHA DE CÁLCULO DE BOMBAS

1 SERVIÇO / CASO :
2 ESQUEMA DE FLUXO :



16	NATUREZA DO FLUÍDO	-	Orgânico						
17	T de BOMBEIO	°C	103.7						
18	Viscosidade @T	cSt	0.292						
19	Densidade @T	kg/m³	946.4						
20									
21	Capacidade		Q Nor	Q des					
22	VAZÃO mássico	kg/h	111.7	134.04					
23	VAZÃO volumétrico	m³/h	0.118	0.1416					
24									
25	P. ASPIRAÇÃO		Q Nor	Q des					
26	P. recipiente	kg/cm² g	0.210	0.210					
27	H (LT a center line)	kg/cm²	0.317	0.317					
28	ΔP linha	kg/cm²	0.021	0.021					
29	ΔP filtro	kg/cm²	0	0					
30	ΔP outros	kg/cm²	0	0					
31	P. ASPIRAÇÃO	kg/cm² g	0.486	0.486					
32									
33	NPSH DISPONÍVEL		Q Nor	Q des					
34	PRESSÃO ASPIRAÇÃO	kg/cm² a		1.519					
35	P. vapor @T	kg/cm² a		1.224					
36	Diferença	kg/cm²		1.999					
37	NPSHA	m		3.120					
38									
39	Consumo estimado ACIONAMENTO		Q Nor	Q des					
40	HHP	CV	0.0080	0.0096					
41	Eficiência bomba	%	0.3	0.3					
42	BHP	CV	0.0280	0.0336					
43	Motor								
44	Eficiência motor	%	0.85	0.85					
45	Elettricidade	kWh/h	0.0250	0.0300					
46	Turbina								
47	ΔH vapor isoentrópica.	kJ/Kg	-	-					
48	Eficiência turbina	%	-	-					
49	Consumo vapor	kg/h	-	-					
50	NOTAS :								
51	(1)	Especificar o set pressure da válvula de segurança do recipiente de aspiração							
52	(2)	Especificar n vezes a pressão diferencial @ Qdes, onde n = 1,2 // 1,2*1,1 para acionamento com motor // turbina.							
53	(3)	Será especificado : P max de aspiração + P diferencial máxima. Para bombas volumétricas o set pressure da válvula de segurança em impulsão será igual à pressão máxima de impulsão.							
54									
55									
56									
57									
58									

P. IMPULSÃO	Q Nor			Q Des.
	Circ. 1	Circ. 2	Circ. 3	
	kg/cm² g ou kg/cm² (ΔP)			
P. destino	1.026	-	-	-
ΔP distribuidor	0	-	-	-
Altura estática	0.757	-	-	-
ΔP linha	0.722	-	-	-
ΔP filtro	0	-	-	-
ΔP controle	0.687	-	-	-
ΔP	0	-	-	-
ΔP	0	-	-	-
ΔP	0	-	-	-
ΔP	0	-	-	-
ΔP placa	0	-	-	-
ΔP Válv. Cont.	0	-	-	-
P. IMPULSÃO	2.485	-	-	-

P. Diferencial @ Q des		Q des
P. IMPULSÃO	kg/cm² g	2.485
P. ASPIRAÇÃO	kg/cm² g	0.486
P. Diferencial	kg/cm²	1.999
Altura Diferencial	m	21.122

P. máx. ASPIRAÇÃO		
P. Recipiente (1)	kg/cm² g	1.960
H (HHL-Center line)	kg/cm²	0.336
P máx. ASPIRAÇÃO	kg/cm² g	2.236
P. máx. IMPULSÃO		
P difer. máx. motor (2)	kg/cm² g	2.399
P difer. máx. turbina (2)	kg/cm² g	-
P máx. IMPULSÃO (3)	kg/cm² g	4.635

Rev.	Por						
Data	Aprovado						

PROJETO : Planta de produção de anilina		EQUIPAMENTO n P-9	
UNIDADE : Transporte à coluna de enriquecimento C-7		Pág. 1 de 2	
R e v	BOMBAS		
1	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO		
2	CASO DE PROJETO		
3	SERVIÇO	Transporte à coluna C-7	
4	EQUIPAMENTO Nº OPERAÇÃO / RESERVA	P-9	
5	NÚMERO DE BOMBAS REQUERIDAS OPERAÇÃO / RESERVA	A	B
6	TIPO DE BOMBA (centrífuga / volumétrica alternativa / volumétrica rotativa)	Centrífuga	
7	FUNCIONAMENTO (contínuo / descontinuo ; série / paralelo)	Contínuo	
8	CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO		
9	NATUREZA DO FLUIDO	Orgânico	
10	COMPONENTES CORROSIVOS / TÓXICOS	Não	Não
11	SÓLIDOS EN SUSPENSÃO (quantidade / DIÂMETRO Equivalente)	Não	-
12	PONTO DE FLUIDEZ (POUR POINT)	°C	-
13	TEMP. DE AUTO IGNIÇÃO / IGNIÇÃO	°C	-
14	TEMPERATURA DE BOMBEIO	°C	197.42
15	Densidade @T BOMBEIO	kg/m³	859.7
16	Viscosidade @T BOMBEIO	cSt	0.322
17	PRESSÃO DE VAPOR @T BOMBEIO	kg/cm² a	0.318
18	CARACTERÍSTICAS DO PROJETO DA BOMBA		
19	VAZÃO DE PROJETO Q (rated) (1)	m³/h	2.67
20	VAZÃO MÍNIMO DE PROCESSO (2)	m³/h	1.34
21	VAZÃO NORMAL	m³/h	2.22
22	PRESSÃO DE IMPULSÃO @ Q rated	kg/cm² g	3.57
23	PRESSÃO DE ASPIRAÇÃO @ Q rated	kg/cm² g	1.07
24	PRESSÃO DIFERENCIAL @ Q rated	kg/cm²	2.5
25	ALTURA DIFERENCIAL @ Q rated (1)	m	29.11
26	NPSH DISPONÍVEL @ Q rated (3)	m	3.11
27	MÁX. DP a IMPULSÃO FECHADA (4)	kg/cm²	3
28	PRESSÃO MÁXIMA ASPIRAÇÃO	kg/cm² g	2.89
29	PRESSÃO MÁXIMA IMPULSÃO	kg/cm² g	5.89
30	DIÂMETRO TUBULAÇÃO ASPIRAÇÃO / IMPULSÃO	polegadas	3 3
31	IMPULSOR / FECHAMENTO (5)		-
32	TRACEJADO / ISOLAMENTO / FLUSHING (6)		Não
33	CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO		
34	TEMPERATURA PROJETO MECÂNICO	°C	227
35	PRESSÃO PROJETO MECÂNICO	kg/cm² g	
36	CARACTERÍSTICAS DO ACIONAMENTO		
37	TIPO OPERAÇÃO / RESERVA	Operação	Reserva
38	CONSUMO ELÉTRICO ESTIMADO A VAZÃO PROJETO (7)	kWh/h	0.68 0.68
39	CONSUMO DE VAPOR ESTIMADO A VAZÃO PROJETO	Kg/h	- -
40	NOTAS :		
41	(1) O ponto de garantia deve ser para a vazão de projeto (rated) e a altura diferencial indicada.		
42	(2) Vazão de processo em condições de "turn-down", posta em funcionamento ou outras operações. A l. de detalhe / vendedor deve especificar a vazão mínima requerida pela bomba e o sistema de proteção / recirculação em seu caso.		
43	(3) Na brida de aspiração da bomba. Exclui cargas de aceleração para bombas volumétricas alternativas. Exclui contingências / margem para todo tipo de bombas.		
44	(4) Este valor não pode ser excedido pela bomba com dens., viscos. normais e velocidade de operação contínua máx.		
45	(5) Especificar tipo / particularidades do impulsor / fechamento, se existem requerimentos de processo.		
46	(6) Especificar tracejado, isolamento, flushing se existem requerimentos de processo.		
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58	Para materiais ver la folha de seleção de materiais.		
Rev.	Por		
Data	Aprovado		

PROJETO :	Planta de produção de anilina	EQUIPAMENTO nº	P-9
UNIDADE :	Transporte à coluna de enriquecimento C-7	Pág.	2 de 2

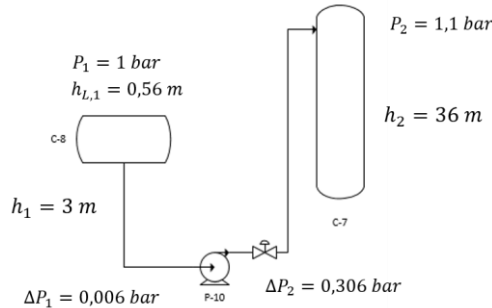
R e v	FOLHA DE CÁLCULO DE BOMBAS																																																																																																																					
1	SERVIÇO / CASO :																																																																																																																					
2	ESQUEMA DE FLUXO :																																																																																																																					
3																																																																																																																						
4																																																																																																																						
5																																																																																																																						
6																																																																																																																						
7																																																																																																																						
8																																																																																																																						
9																																																																																																																						
10																																																																																																																						
11																																																																																																																						
12																																																																																																																						
13																																																																																																																						
14																																																																																																																						
15	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 30%;">NATUREZA DO FLUÍDO</th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 10%;">-</th> <th style="width: 10%;">Orgânico</th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 10%;"></th> </tr> <tr> <td>T de BOMBEIO</td> <td>°C</td> <td></td> <td>197.42</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Viscosidade @T</td> <td>cSt</td> <td></td> <td>0.322</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Densidade @T</td> <td>kg/m³</td> <td></td> <td>859.7</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>						NATUREZA DO FLUÍDO		-	Orgânico				T de BOMBEIO	°C		197.42				Viscosidade @T	cSt		0.322				Densidade @T	kg/m³		859.7																																																																																							
NATUREZA DO FLUÍDO		-	Orgânico																																																																																																																			
T de BOMBEIO	°C		197.42																																																																																																																			
Viscosidade @T	cSt		0.322																																																																																																																			
Densidade @T	kg/m³		859.7																																																																																																																			
16	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 30%;">Capacidade</th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 10%;">Q Nor</th> <th style="width: 10%;">Q des</th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 10%;"></th> </tr> <tr> <td>VAZÃO mássico</td> <td>kg/h</td> <td>2122</td> <td>2546</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VAZÃO volumétrico</td> <td>m³/h</td> <td>2.116</td> <td>2.5416</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>						Capacidade		Q Nor	Q des				VAZÃO mássico	kg/h	2122	2546				VAZÃO volumétrico	m³/h	2.116	2.5416																																																																																														
Capacidade		Q Nor	Q des																																																																																																																			
VAZÃO mássico	kg/h	2122	2546																																																																																																																			
VAZÃO volumétrico	m³/h	2.116	2.5416																																																																																																																			
17	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 30%;">P. ASPIRAÇÃO</th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 10%;">Q Nor</th> <th style="width: 10%;">Q des</th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 10%;"></th> </tr> <tr> <td>P. recipiente</td> <td>kg/cm² g</td> <td>0.8</td> <td>0.8</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>H (LT a center line)</td> <td>kg/cm²</td> <td>0.29</td> <td>0.29</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ΔP linha</td> <td>kg/cm²</td> <td>0.025</td> <td>0.025</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ΔP filtro</td> <td>kg/cm²</td> <td>0.0000</td> <td>0</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ΔP otros</td> <td>kg/cm²</td> <td>0</td> <td>0</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>P. ASPIRAÇÃO</td> <td>kg/cm² g</td> <td>1.07</td> <td>1.07</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>						P. ASPIRAÇÃO		Q Nor	Q des				P. recipiente	kg/cm² g	0.8	0.8				H (LT a center line)	kg/cm²	0.29	0.29				ΔP linha	kg/cm²	0.025	0.025				ΔP filtro	kg/cm²	0.0000	0				ΔP otros	kg/cm²	0	0				P. ASPIRAÇÃO	kg/cm² g	1.07	1.07																																																																		
P. ASPIRAÇÃO		Q Nor	Q des																																																																																																																			
P. recipiente	kg/cm² g	0.8	0.8																																																																																																																			
H (LT a center line)	kg/cm²	0.29	0.29																																																																																																																			
ΔP linha	kg/cm²	0.025	0.025																																																																																																																			
ΔP filtro	kg/cm²	0.0000	0																																																																																																																			
ΔP otros	kg/cm²	0	0																																																																																																																			
P. ASPIRAÇÃO	kg/cm² g	1.07	1.07																																																																																																																			
18	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 30%;">NPSH DISPONÍVEL</th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 10%;">Q Nor</th> <th style="width: 10%;">Q des</th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 10%;"></th> </tr> <tr> <td>PRESSÃO ASPIRAÇÃO</td> <td>kg/cm² a</td> <td></td> <td>2.21</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>P. vapor @T</td> <td>kg/cm² a</td> <td></td> <td>1.83</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Diferença</td> <td>kg/cm²</td> <td></td> <td>0.38</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>NPSHA</td> <td>m</td> <td></td> <td>7.02</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>						NPSH DISPONÍVEL		Q Nor	Q des				PRESSÃO ASPIRAÇÃO	kg/cm² a		2.21				P. vapor @T	kg/cm² a		1.83				Diferença	kg/cm²		0.38				NPSHA	m		7.02																																																																																
NPSH DISPONÍVEL		Q Nor	Q des																																																																																																																			
PRESSÃO ASPIRAÇÃO	kg/cm² a		2.21																																																																																																																			
P. vapor @T	kg/cm² a		1.83																																																																																																																			
Diferença	kg/cm²		0.38																																																																																																																			
NPSHA	m		7.02																																																																																																																			
19	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 30%;">Consumo estimado ACIONAMENTO</th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 10%;">Q Nor</th> <th style="width: 10%;">Q des</th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 10%;"></th> </tr> <tr> <td>HHP</td> <td>CV</td> <td>0.19</td> <td>0.23</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Eficiência bomba</td> <td>%</td> <td>0.3</td> <td>0.3</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>BHP</td> <td>CV</td> <td>0.64</td> <td>0.77</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Motor</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Eficiência motor</td> <td>%</td> <td>0.85</td> <td>0.85</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Eleticidade</td> <td>kWh/h</td> <td>0.57</td> <td>0.68</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Turbina</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ΔH vapor isoentrópica.</td> <td>kJ/Kg</td> <td>-</td> <td>-</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Eficiência turbina</td> <td>%</td> <td>-</td> <td>-</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Consumo vapor</td> <td>kg/h</td> <td>-</td> <td>-</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>						Consumo estimado ACIONAMENTO		Q Nor	Q des				HHP	CV	0.19	0.23				Eficiência bomba	%	0.3	0.3				BHP	CV	0.64	0.77				Motor							Eficiência motor	%	0.85	0.85				Eleticidade	kWh/h	0.57	0.68				Turbina							ΔH vapor isoentrópica.	kJ/Kg	-	-				Eficiência turbina	%	-	-				Consumo vapor	kg/h	-	-																																						
Consumo estimado ACIONAMENTO		Q Nor	Q des																																																																																																																			
HHP	CV	0.19	0.23																																																																																																																			
Eficiência bomba	%	0.3	0.3																																																																																																																			
BHP	CV	0.64	0.77																																																																																																																			
Motor																																																																																																																						
Eficiência motor	%	0.85	0.85																																																																																																																			
Eleticidade	kWh/h	0.57	0.68																																																																																																																			
Turbina																																																																																																																						
ΔH vapor isoentrópica.	kJ/Kg	-	-																																																																																																																			
Eficiência turbina	%	-	-																																																																																																																			
Consumo vapor	kg/h	-	-																																																																																																																			
20	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 30%;">P. IMPULSÃO</th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 10%;">Q Nor</th> <th style="width: 10%;">Q Des.</th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 10%;"></th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Circ. 1</td> <td>Circ. 2</td> <td>Circ. 3</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td colspan="3" style="text-align: center;">kg/cm² g ou kg/cm² (ΔP)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>P. destino</td> <td></td> <td>2.53</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ΔP distribuidor</td> <td></td> <td>0</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Altura estática</td> <td></td> <td>0.73</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ΔP linha</td> <td></td> <td>0.00104</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ΔP filtro</td> <td></td> <td>0</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ΔP controle</td> <td></td> <td>0.306</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ΔP</td> <td></td> <td>0</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ΔP</td> <td></td> <td>0</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ΔP</td> <td></td> <td>0</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ΔP</td> <td></td> <td>0</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ΔP placa</td> <td></td> <td>0</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ΔP Válv. Cont.</td> <td></td> <td>0</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>P. IMPULSÃO</td> <td></td> <td>3.57</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td></td> </tr> </table>						P. IMPULSÃO		Q Nor	Q Des.						Circ. 1	Circ. 2	Circ. 3					kg/cm² g ou kg/cm² (ΔP)					P. destino		2.53	-	-	-		ΔP distribuidor		0	-	-	-		Altura estática		0.73	-	-	-		ΔP linha		0.00104	-	-	-		ΔP filtro		0	-	-	-		ΔP controle		0.306	-	-	-		ΔP		0	-	-	-		ΔP		0	-	-	-		ΔP		0	-	-	-		ΔP		0	-	-	-		ΔP placa		0	-	-	-		ΔP Válv. Cont.		0	-	-	-		P. IMPULSÃO		3.57	-	-	-	
P. IMPULSÃO		Q Nor	Q Des.																																																																																																																			
		Circ. 1	Circ. 2	Circ. 3																																																																																																																		
		kg/cm² g ou kg/cm² (ΔP)																																																																																																																				
P. destino		2.53	-	-	-																																																																																																																	
ΔP distribuidor		0	-	-	-																																																																																																																	
Altura estática		0.73	-	-	-																																																																																																																	
ΔP linha		0.00104	-	-	-																																																																																																																	
ΔP filtro		0	-	-	-																																																																																																																	
ΔP controle		0.306	-	-	-																																																																																																																	
ΔP		0	-	-	-																																																																																																																	
ΔP		0	-	-	-																																																																																																																	
ΔP		0	-	-	-																																																																																																																	
ΔP		0	-	-	-																																																																																																																	
ΔP placa		0	-	-	-																																																																																																																	
ΔP Válv. Cont.		0	-	-	-																																																																																																																	
P. IMPULSÃO		3.57	-	-	-																																																																																																																	
21	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 30%;">P. Diferencial @ Q des</th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 10%;">Q des</th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 10%;"></th> </tr> <tr> <td>P. IMPULSÃO</td> <td></td> <td>kg/cm² g</td> <td>3.57</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>P. ASPIRAÇÃO</td> <td></td> <td>kg/cm² g</td> <td>1.07</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>P. Diferencial</td> <td></td> <td>kg/cm²</td> <td>2.5</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Altura Diferencial</td> <td></td> <td>m</td> <td>29.11</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>						P. Diferencial @ Q des		Q des					P. IMPULSÃO		kg/cm² g	3.57				P. ASPIRAÇÃO		kg/cm² g	1.07				P. Diferencial		kg/cm²	2.5				Altura Diferencial		m	29.11																																																																																
P. Diferencial @ Q des		Q des																																																																																																																				
P. IMPULSÃO		kg/cm² g	3.57																																																																																																																			
P. ASPIRAÇÃO		kg/cm² g	1.07																																																																																																																			
P. Diferencial		kg/cm²	2.5																																																																																																																			
Altura Diferencial		m	29.11																																																																																																																			
22	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 30%;">P. máx. ASPIRAÇÃO</th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 10%;">Q des</th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 10%;"></th> </tr> <tr> <td>P. Recipiente (1)</td> <td></td> <td>kg/cm² g</td> <td>2.59</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>H (HHL-Center line)</td> <td></td> <td>kg/cm²</td> <td>0.31</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>P máx. ASPIRAÇÃO</td> <td></td> <td>kg/cm² g</td> <td>2.89</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>						P. máx. ASPIRAÇÃO		Q des					P. Recipiente (1)		kg/cm² g	2.59				H (HHL-Center line)		kg/cm²	0.31				P máx. ASPIRAÇÃO		kg/cm² g	2.89																																																																																							
P. máx. ASPIRAÇÃO		Q des																																																																																																																				
P. Recipiente (1)		kg/cm² g	2.59																																																																																																																			
H (HHL-Center line)		kg/cm²	0.31																																																																																																																			
P máx. ASPIRAÇÃO		kg/cm² g	2.89																																																																																																																			
23	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 30%;">P. máx. IMPULSÃO</th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 10%;">Q des</th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 10%;"></th> </tr> <tr> <td>P difer. máx. motor (2)</td> <td></td> <td>kg/cm² g</td> <td>3</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>P difer. máx. turbina (2)</td> <td></td> <td>kg/cm² g</td> <td>-</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>P máx. IMPULSÃO (3)</td> <td></td> <td>kg/cm² g</td> <td>5.89</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>						P. máx. IMPULSÃO		Q des					P difer. máx. motor (2)		kg/cm² g	3				P difer. máx. turbina (2)		kg/cm² g	-				P máx. IMPULSÃO (3)		kg/cm² g	5.89																																																																																							
P. máx. IMPULSÃO		Q des																																																																																																																				
P difer. máx. motor (2)		kg/cm² g	3																																																																																																																			
P difer. máx. turbina (2)		kg/cm² g	-																																																																																																																			
P máx. IMPULSÃO (3)		kg/cm² g	5.89																																																																																																																			
24	NOTAS :																																																																																																																					
25	(1) Especificar o set pressure da válvula de segurança do recipiente de aspiração																																																																																																																					
26	(2) Especificar n vezes a pressão diferencial @ Qdes, onde n = 1,2 // 1,2*1,1 para acionamento com motor // turbina.																																																																																																																					
27	(3) Será especificado : P max de aspiração + P diferencial máxima. Para bombas volumétricas o set pressure da válvula de segurança em impulsão será igual à pressão máxima de impulsão.																																																																																																																					
28																																																																																																																						
29																																																																																																																						
30																																																																																																																						
31																																																																																																																						
32																																																																																																																						
33																																																																																																																						
34																																																																																																																						
35																																																																																																																						
36																																																																																																																						
37																																																																																																																						
38																																																																																																																						
39	Rev.	Por																																																																																																																				
40	Data	Aprovado																																																																																																																				

PROJETO : Planta de produção de anilina		EQUIPAMENTO n P-10	
UNIDADE : Enriquecimento da anilina		Pág. 1 de 2	
R e v	BOMBAS		
	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO		
1			
2	CASO DE PROJETO		
3	SERVIÇO	Refluxo coluna C-7	
4	EQUIPAMENTO Nº OPERAÇÃO / RESERVA	P-10	
5	NÚMERO DE BOMBAS REQUERIDAS OPERAÇÃO / RESERVA	A	B
6	TIPO DE BOMBA (centrífuga / volumétrica alternativa / volumétrica rotativa)	Centrífuga	
7	FUNCIONAMENTO (contínuo / descontinuo ; série / paralelo)	Contínuo	
8	CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO		
9	NATUREZA DO FLUIDO	Orgânico	
10	COMPONENTES CORROSIVOS / TÓXICOS	Não	Não
11	SÓLIDOS EN SUSPENSÃO (quantidade / DIÂMETRO Equivalente)	Não	-
12	PONTO DE FLUIDEZ (POUR POINT)	°C	-
13	TEMP. DE AUTO IGNIÇÃO / IGNIÇÃO	°C	-
14	TEMPERATURA DE BOMBEIO	°C	183.38
15	Densidade @T BOMBEIO	kg/m³	874.869
16	Viscosidade @T BOMBEIO	cSt	0.44
17	PRESSÃO DE VAPOR @T BOMBEIO	kg/cm² a	1.02
18	CARACTERÍSTICAS DO PROJETO DA BOMBA		
19	VAZÃO DE PROJETO Q (rated) (1)	m³/h	5.44
20	VAZÃO MÍNIMO DE PROCESSO (2)	m³/h	2.72
21	VAZÃO NORMAL	m³/h	4.53
22	PRESSÃO DE IMPULSÃO @ Q rated	kg/cm² g	3.09
23	PRESSÃO DE ASPIRAÇÃO @ Q rated	kg/cm² g	0.29
24	PRESSÃO DIFERENCIAL @ Q rated	kg/cm²	2.8
25	ALTURA DIFERENCIAL @ Q rated (1)	m	32.04
26	NPSH DISPONÍVEL @ Q rated (3)	m	3.49
27	MÁX. DP a IMPULSÃO FECHADA (4)	kg/cm²	3.36
28	PRESSÃO MÁXIMA ASPIRAÇÃO	kg/cm² g	2.12
29	PRESSÃO MÁXIMA IMPULSÃO	kg/cm² g	5.49
30	DIÂMETRO TUBULAÇÃO A ASPIRAÇÃO / IMPULSÃO	polegadas	2 2
31	IMPULSOR / FECHAMENTO (5)		-
32	TRACEJADO / ISOLAMENTO / FLUSHING (6)		Não
33	CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO		
34	TEMPERATURA PROJETO MECÂNICO	°C	213
35	PRESSÃO PROJETO MECÂNICO	kg/cm² g	
36	CARACTERÍSTICAS DO ACIONAMENTO		
37	TIPO OPERAÇÃO / RESERVA	Operação	Reserva
38	CONSUMO ELÉCTRICO ESTIMADO A VAZÃO PROJETO (7)	kWh/h	1.02 1.02
39	CONSUMO DE VAPOR ESTIMADO A VAZÃO PROJETO	Kg/h	- -
40	NOTAS :		
41	(1) O ponto de garantia deve ser para a vazão de projeto (rated) e a altura diferencial indicada.		
42	(2) Vazão de processo em condições de "turn-down", posta em funcionamento ou outras operações. A l. de detalhe / vendedor deve especificar a vazão mínima requerida pela bomba e o sistema de proteção / recirculação em seu caso.		
43	(3) Na brida de aspiração da bomba. Exclui cargas de aceleração para bombas volumétricas alternativas. Exclui contingências / margem para todo tipo de bombas.		
44	(4) Este valor não pode ser excedido pela bomba con dens., viscos. normais e velocidade de operação contínua máx.		
45	(5) Especificar tipo / particularidades do impulsor / fechamento, se existem requerimentos de processo.		
46	(6) Especificar tracejado, isolamento, flushing se existem requerimentos de processo.		
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58	Para materiais ver la folha de seleção de materiais.		
Rev.	Por		
Data	Aprovado		

PROJETO :	Planta de produção de anilina	EQUIPAMENTO nº	P-10
UNIDADE :	Enriquecimento da anilina	Pág.	1 de 2

FOLHA DE CÁLCULO DE BOMBAS

1 SERVIÇO / CASO :
2 ESQUEMA DE FLUXO :



NATUREZA DO FLUÍDO	-	Orgânico	Q Nor	Q Des.
T de BOMBEIO	°C	183.38		
Viscosidade @T	cSt	0.44		
Densidade @T	kg/m³	874.869		

Capacidade		Q Nor	Q des
VAZÃO mássico	kg/h	3965	4758
VAZÃO volumétrico	m³/h	4.53	5.43

P. ASPIRAÇÃO		Q Nor	Q des
P. recipiente	kg/cm² g	-0.014	-0.014
H (LT a center line)	kg/cm²	0.311	0.311
ΔP linha	kg/cm²	0.006	0.006
ΔP filtro	kg/cm²	0.0000	0
ΔP otros	kg/cm²	0	0
P. ASPIRAÇÃO	kg/cm² g	0.292	0.292

NPSH DISPONÍVEL		Q Nor	Q des
PRESSÃO ASPIRAÇÃO	kg/cm² a		1.325
P. vapor @T	kg/cm² a		1.019
Diferença	kg/cm²		0.305
NPSHA	m		3.489

Consumo estimado ACIONAMENTO		Q Nor	Q des
HHP	CV	0.46	0.56
Eficiência bomba	%	0.3	0.3
BHP	CV	1.54	1.17
Motor			
Eficiência motor	%	0.85	0.85
Eleticidade	kWh/h	1.36	1.02
Turbina			
ΔH vapor isoentrópica.	kJ/Kg	-	-
Eficiência turbina	%	-	-
Consumo vapor	kg/h	-	-

50 NOTAS :
51 (1) Especificar o set pressure da válvula de segurança do recipiente de aspiração
52 (2) Especificar n veces a pressão diferencial @ Qdes, onde n = 1,2 // 1,2*1,1 para acionamento com motor // turbina.
53 (3) Será especificado : P max de aspiração + P diferencial máxima. Para bombas volumétricas o set pressure da válvula de
54 segurança em impulsão será igual à pressão máxima de impulsão.

P. IMPULSÃO	Circ. 1	Circ. 2	Circ. 3	Q Des.
	kg/cm² g ou kg/cm² (ΔP)			
P. destino	0.0884	-	-	-
ΔP distribuidor	0	-	-	-
Altura estática	2.696	-	-	-
ΔP linha	0.006	-	-	-
ΔP filtro	0	-	-	-
ΔP controle	0.300	-	-	-
ΔP	0	-	-	-
ΔP	0	-	-	-
ΔP	0	-	-	-
ΔP	0	-	-	-
ΔP placa	0	-	-	-
ΔP Válv. Cont.	0	-	-	-
P. IMPULSÃO	3.096	-	-	-

P. Diferencial @ Q des		Q des
P. IMPULSÃO	kg/cm² g	3.096
P. ASPIRAÇÃO	kg/cm² g	0.292
P. Diferencial	kg/cm²	2.804
Altura Diferencial	m	32.04

P. máx. ASPIRAÇÃO		
P. Recipiente (1)	kg/cm² g	1.771
H (HHL-Center line)	kg/cm²	0.078
P máx. ASPIRAÇÃO	kg/cm² g	2.125
P. máx. IMPULSÃO		
P difer. máx. motor (2)	kg/cm² g	3.365
P difer. máx. turbina (2)	kg/cm² g	-
P máx. IMPULSÃO (3)	kg/cm² g	5.49

Rev.	Por						
Data	Aprovado						

PROJETO : Planta de produção de anilina		EQUIPAMENTO n P-11	
UNIDADE : Enriquecimento da anilina		Pág. 1	de 2

R e v	BOMBAS			
	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO			
1	CASO DE PROJETO			
2	SERVIÇO		Produto de topo coluna C-7	
3	EQUIPAMENTO Nº OPERAÇÃO / RESERVA		P-11	
4	NÚMERO DE BOMBAS REQUERIDAS OPERAÇÃO / RESERVA		A	B
5	TIPO DE BOMBA (centrífuga / volumétrica alternativa / volumétrica rotativa)		Centrífuga	
6	FUNCIONAMENTO (contínuo / descontinuo ; série / paralelo)		Contínuo	
7	CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO			
8	NATUREZA DO FLUIDO		Orgânico	
9	COMPONENTES CORROSIVOS / TÓXICOS		Não	Não
10	SÓLIDOS EN SUSPENSÃO (quantidade / DIÂMETRO Equivalente)		Não	-
11	PONTO DE FLUIDEZ (POUR POINT)	°C	-	
12	TEMP. DE AUTO IGNIÇÃO / IGNIÇÃO	°C	-	-
13	TEMPERATURA DE BOMBEIO	°C	183.38	
14	Densidade @T BOMBEIO	kg/m³	874.869	
15	Viscosidade @T BOMBEIO	cSt	0.44	
16	PRESSÃO DE VAPOR @T BOMBEIO	kg/cm² a	1.02	
17	CARACTERÍSTICAS DO PROJETO DA BOMBA			
18	VAZÃO DE PROJETO Q (rated) (1)	m³/h	2.49	
19	VAZÃO MÍNIMO DE PROCESSO (2)	m³/h	1.24	
20	VAZÃO NORMAL	m³/h	2.07	
21	PRESSÃO DE IMPULSÃO @ Q rated	kg/cm² g	1.58	
22	PRESSÃO DE ASPIRAÇÃO @ Q rated	kg/cm² g	0.28	
23	PRESSÃO DIFERENCIAL @ Q rated	kg/cm²	1.3	
24	ALTURA DIFERENCIAL @ Q rated (1)	m	14.86	
25	NPSH DISPONÍVEL @ Q rated (3)	m	3.36	
26	MÁX. DP a IMPULSÃO FECHADA (4)	kg/cm²	1.56	
27	PRESSÃO MÁXIMA ASPIRAÇÃO	kg/cm² g	2.11	
28	PRESSÃO MÁXIMA IMPULSÃO	kg/cm² g	3.67	
29	DIÂMETRO TUBULAÇÃO ASPIRAÇÃO / IMPULSÃO	polegadas	2	2
30	IMPULSOR / FECHAMENTO (5)		-	
31	TRACEJADO / ISOLAMENTO / FLUSHING (6)		Não	
32	CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO			
33	TEMPERATURA PROJETO MECÂNICO	°C	213	
34	PRESSÃO PROJETO MECÂNICO	kg/cm² g		
35	CARACTERÍSTICAS DO ACIONAMENTO			
36	TIPO OPERAÇÃO / RESERVA		Operação	Reserva
37	CONSUMO ELÉCTRICO ESTIMADO A VAZÃO PROJETO (7)	kWh/h	1.02	1.02
38	CONSUMO DE VAPOR ESTIMADO A VAZÃO PROJETO	Kg/h	-	-
39	NOTAS :			
40	(1) O ponto de garantia deve ser para a vazão de projeto (rated) e a altura diferencial indicada.			
41	(2) Vazão de processo em condições de "turn-down n", posta em funcionamento ou outras operações. A l. de detalhe / vendedor deve especificar a vazão mínima requerida pela bomba e o sistema de proteção / recirculação em seu caso.			
42	(3) Na brida de aspiração da bomba. Exclui cargas de aceleração para bombas volumétricas alternativas. Exclui contingências / margem para todo tipo de bombas.			
43	(4) Este valor não pode ser excedido pela bomba con dens., viscos. normais e velocidade de operação contínua máx.			
44	(5) Especificar tipo / particularidades do impulsor / fechamento, se existem requerimentos de processo.			
45	(6) Especificar tracejado, isolamento, flushing se existem requerimentos de processo.			
46				
47				
48				
49				
50				
51				
52				
53				
54				
55				
56				
57				
58	Para materiais ver la folha de seleção de materiais.			

Rev.	Por					
Data	Aprovado					

PROJETO :	Planta de produção de anilina	EQUIPAMENTO nº	P-11
UNIDADE :	Enriquecimento da anilina	Pág.	1 de 2

R e v	FOLHA DE CÁLCULO DE BOMBAS															
1	SERVIÇO / CASO :															
2	ESQUEMA DE FLUXO :															
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16									NATUREZA DO FLUÍDO	-	Orgânico					
17									T de BOMBEIO	°C	183.38					
18	Viscosidade @T	cSt	0.44													
19	Densidade @T	kg/m³	874.869													
20																
21	Capacidade		Q Nor	Q des												
22	VAZÃO mássico	kg/h	1818	2182												
23	VAZÃO volumétrico	m³/h	2.08	2.49												
24																
25	P. ASPIRAÇÃO		Q Nor	Q des												
26	P. recipiente	kg/cm² g	-0.014	-0.014												
27	H (LT a center line)	kg/cm²	0.311	0.311												
28	ΔP linha	kg/cm²	0.018	0.006												
29	ΔP filtro	kg/cm²	0.0000	0												
30	ΔP outros	kg/cm²	0	0												
31	P. ASPIRAÇÃO	kg/cm² g	0.28	0.28												
32																
33	NPSH DISPONÍVEL		Q Nor	Q des												
34	PRESSÃO ASPIRAÇÃO	kg/cm² a		1.31												
35	P. vapor @T	kg/cm² a		1.019												
36	Diferença	kg/cm²		0.291												
37	NPSHA	m		3.36												
38																
39	Consumo estimado ACIONAMENTO		Q Nor	Q des												
40	HHP	CV	0.098	0.118												
41	Eficiência bomba	%	0.3	0.3												
42	BHP	CV	0.329	0.394												
43	Motor															
44	Eficiência motor	%	0.85	0.85												
45	Eleticidade	kWh/h	0.29	1.02												
46	Turbina															
47	ΔH vapor isoentrópica.	kJ/Kg	-	-												
48	Eficiência turbina	%	-	-												
49	Consumo vapor	kg/h	-	-												
50	NOTAS :															
51	(1) Especificar o set pressure da válvula de segurança do recipiente de aspiração															
52	(2) Especificar n vezes a pressão diferencial @ Qdes, onde n = 1,2 // 1,2*1,1 para acionamento com motor // turbina.															
53	(3) Será especificado : P max de aspiração + P diferencial máxima. Para bombas volumétricas o set pressure da válvula de segurança em impulsão será igual à pressão máxima de impulsão.															
54																
55																
56																
57																
58																
Rev.	Por															
Data	Aprovado															

PROJETO : Planta de produção de anilina		EQUIPAMENTO n° P-12	
UNIDADE : Enriquecimento da anilina		Pág. 1 de 2	

R e v	BOMBAS			
	CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO			
1	CASO DE PROJETO			
2	SERVIÇO		Produto de fundo coluna C-7	
3	EQUIPAMENTO Nº OPERAÇÃO / RESERVA		P-12	
4	NÚMERO DE BOMBAS REQUERIDAS OPERAÇÃO / RESERVA		A	B
5	TIPO DE BOMBA (centrífuga / volumétrica alternativa / volumétrica rotativa)		Centrífuga	
6	FUNCIONAMENTO (contínuo / descontinuo ; série / paralelo)		Contínuo	
7	CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO			
8	NATUREZA DO FLUIDO		Orgânico	
9	COMPONENTES CORROSIVOS / TÓXICOS		Não	Não
10	SÓLIDOS EN SUSPENSÃO (quantidade / DIÂMETRO Equivalente)		Não	-
11	PONTO DE FLUIDEZ (POUR POINT)	°C	-	
12	TEMP. DE AUTO IGNIÇÃO / IGNIÇÃO	°C	-	-
13	TEMPERATURA DE BOMBEIO	°C	245.61	
14	Densidade @T BOMBEIO	kg/m³	814.843	
15	Viscosidade @T BOMBEIO	cSt	0.31	
16	PRESSÃO DE VAPOR @T BOMBEIO	kg/cm² a	4.08	
17	CARACTERÍSTICAS DO PROJETO DA BOMBA			
18	VAZÃO DE PROJETO Q (rated) (1)	m³/h	0.24	
19	VAZÃO MÍNIMO DE PROCESSO (2)	m³/h	0.12	
20	VAZÃO NORMAL	m³/h	0.2	
21	PRESSÃO DE IMPULSÃO @ Q rated	kg/cm² g	3.8	
22	PRESSÃO DE ASPIRAÇÃO @ Q rated	kg/cm² g	3.29	
23	PRESSÃO DIFERENCIAL @ Q rated	kg/cm²	0.51	
24	ALTURA DIFERENCIAL @ Q rated (1)	m	6.26	
25	NPSH DISPONÍVEL @ Q rated (3)	m	2.99	
26	MÁX. DP a IMPULSÃO FECHADA (4)	kg/cm²	0.61	
27	PRESSÃO MÁXIMA ASPIRAÇÃO	kg/cm² g	5.07	
28	PRESSÃO MÁXIMA IMPULSÃO	kg/cm² g	5.69	
29	DIÂMETRO TUBULAÇÃO ASPIRAÇÃO / IMPULSÃO	polegadas	1 1/2	1 1/2
30	IMPULSOR / FECHAMENTO (5)		-	
31	TRACEJADO / ISOLAMENTO / FLUSHING (6)		Não	
32	CONDIÇÕES DE PROJETO MECÂNICO			
33	TEMPERATURA PROJETO MECÂNICO	°C	275	
34	PRESSÃO PROJETO MECÂNICO	kg/cm² g		
35	CARACTERÍSTICAS DO ACIONAMENTO			
36	TIPO OPERAÇÃO / RESERVA		Operação	Reserva
37	CONSUMO ELÉCTRICO ESTIMADO A VAZÃO PROJETO (7)	kWh/h	0.01	0.01
38	CONSUMO DE VAPOR ESTIMADO A VAZÃO PROJETO	Kg/h	-	-
39	NOTAS :			
40	(1) O ponto de garantia deve ser para a vazão de projeto (rated) e a altura diferencial indicada.			
41	(2) Vazão de processo em condições de "turn-down", posta em funcionamento ou outras operações. A l. de detalhe / vendedor deve especificar a vazão mínima requerida pela bomba e o sistema de proteção / recirculação em seu caso.			
42	(3) Na brida de aspiração da bomba. Exclui cargas de aceleração para bombas volumétricas alternativas. Exclui contingências / margem para todo tipo de bombas.			
43	(4) Este valor não pode ser excedido pela bomba con dens., viscos. normais e velocidade de operação contínua máx.			
44	(5) Especificar tipo / particularidades do impulsor / fechamento, se existem requerimentos de processo.			
45	(6) Especificar tracejado, isolamento, flushing se existem requerimentos de processo.			
46				
47				
48				
49				
50				
51				
52				
53				
54				
55				
56				
57				
58	Para materiais ver la folha de seleção de materiais.			

Rev.	Por					
Data	Aprovado					

PROJETO : Planta de produção de anilina		EQUIPAMENTO nº P-12	
UNIDADE : Enriquecimento da anilina		Pag. 2 de 2	

R e v	FOLHA DE CÁLCULO DE BOMBAS			
	1	SERVIÇO / CASO :		
	2	ESQUEMA DE FLUXO :		
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			
	11			
	12			
	13			
	14			
15				
16	NATUREZA DO FLÚIDO	-	Orgânico	
17	T de BOMBEIO	°C	245.61	
18	Viscosidade @T	cSt	0.309	
19	Densidade @T	kg/m³	814.843	
20				
21	Capacidade		Q Nor	Q des
22	VAZÃO mássico	kg/h	160.5	192.6
23	VAZÃO volumétrico	m³/h	0.19	0.23
24				
25	P. ASPIRAÇÃO		Q Nor	Q des
26	P. recipiente	kg/cm² g	3.05	3.05
27	H (LT a center line)	kg/cm²	0.244	0.244
28	ΔP linha	kg/cm²	0.0003	0.006
29	ΔP filtro	kg/cm²	0.0000	0
30	ΔP outros	kg/cm²	0	0
31	P. ASPIRAÇÃO	kg/cm² g	3.29	3.29
32				
33	NPSH DISPONÍVEL		Q Nor	Q des
34	PRESSÃO ASPIRAÇÃO	kg/cm² a		4.32
35	P. vapor @T	kg/cm² a		4.08
36	Diferença	kg/cm²		0.24
37	NPSHA	m		2.99
38				
39	Consumo estimado ACIONAMENTO		Q Nor	Q des
40	HHP	CV	0.003	0.004
41	Eficiência bomba	%	0.3	0.3
42	BHP	CV	0.012	0.014
43	Motor			
44	Eficiência motor	%	0.85	0.85
45	Eleticidade	kWh/h	0.01	0.01
46	Turbina			
47	ΔH vapor isoentrópica.	kJ/Kg	-	-
48	Eficiência turbina	%	-	-
49	Consumo vapor	kg/h	-	-
50	NOTAS :			
51	(1) Especificar o set pressure da válvula de segurança do recipiente de aspiração			
52	(2) Especificar n vezes a pressão diferencial @ Qdes, onde n = 1,2 // 1,2*1,1 para acionamento com motor // turbina.			
53	(3) Será especificado : P max de aspiração + P diferencial máxima. Para bombas volumétricas o set pressure da válvula de segurança em impulsão será igual à pressão máxima de impulsão.			
54				
55				
56				
57				
58				

Rev.	Por					
Data	Aprovado					

P. IMPULSÃO	Q Nor			Q Des.
	Circ. 1	Circ. 2	Circ. 3	
	kg/cm² g ou kg/cm² (ΔP)			
P. destino	2.54	-	-	-
ΔP distribuidor	0	-	-	-
Altura estática	0.244	-	-	-
ΔP linha	0.000	-	-	-
ΔP filtro	0	-	-	-
ΔP controle	0.305	-	-	-
ΔP trocador	0.714	-	-	-
ΔP	0	-	-	-
ΔP	0	-	-	-
ΔP	0	-	-	-
ΔP placa	0	-	-	-
ΔP Válv. Cont.	0	-	-	-
P. IMPULSÃO	3.8	-	-	-

P. Diferencial @ Q des	Q des
P. IMPULSÃO	kg/cm² g 3.8
P. ASPIRAÇÃO	kg/cm² g 3.29
P. Diferencial	kg/cm² 0.51
Altura Diferencial	m 6.26

P. máx. ASPIRAÇÃO		
P. Recipiente (1)	kg/cm² g	4.83
H (HHL-Center line)	kg/cm²	0.24
P máx. ASPIRAÇÃO	kg/cm² g	5.07
P. máx. IMPULSÃO		
P difer. máx. motor (2)	kg/cm² g	0.61
P difer. máx. turbina (2)	kg/cm² g	-
P máx. IMPULSÃO (3)	kg/cm² g	5.68

9. Folhas de Especificação de Tubulações

PROJETO : Planta de Produção de Anilina															TUBULAÇÕES de PROCESSO					
UNIDADE :															Pág. 1 de 1					
R e v	TUBULAÇÕES DE PROCESSO																			
	1	TUBULAÇÃO Nº	T - 0		T - 1		T - 2		T - 3		T - 4		T - 5		T - 6		T - 7		T - 8	
	2	P&I d nº																		
	3	DE	NBz		NBz.3		NBz.5		H2		FB.1		FB.3		H2.3		Org		Org.3	
	4																			
	5	A	NBz.2		NBz.4		NBz.6		H2.1		FB.2		FB.4		H2.4		Org.2		Org.4	
6																				
7	NATUREZA, FASE Y VAZÃO																			
8	NATUREZA DO FLUIDO	NB		NB		NB		H2		Orgânica		Orgânica		H2		Orgânica		Orgânica		
9	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS (% peso / ppm p)	-		-		-		-		-		-		-		-		-		
10	FASE (1) / VAPORIZADO (% peso)	L	-	L	-	V	-	V	-	V	-	M	-	V	-	L	-	M	-	
11	VAZÃO VOLUMÉTRICO VAPOR @P, T	m³/h	-		-		22,102		403,5		2342		932,5		1552		-		72,75	
12	VAZÃO VOLUMÉTRICO LÍQUIDO @P, T	m³/h	22,102		22,102		-		-		-		-		-		2,118		-	
13	PROPRIEDADES																			
14	PESO MOLECULAR GAS	-		-		123,100		2,016		24,28		24,28		3,734		-		74,86		
15	DENSIDADE GAS / LÍQUIDO @P, T	kg/m³	-	1199	-	1199	8550	-	0,325	-	1,289	-	3,238	-	0,143	-	1002	-	29,17	-
16	VISCOSIDADE GAS / LÍQUIDO @P, T	cP (G) / cSt (L)	-	2,238	-	2,227	9,41	-	9,63	-	1,92	-	-	-	8,33	-	2,159	-	-	-
17	PONTO DE FLUIDEZ (POUR POINT)	°C	-		-		-		-		-		-		-		-		-	
18	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO / PROJETO																			
19	TEMPERATURA OPERAÇÃO / PROJETO	°C	24	26,4	24,25	26,68	265,9	292,5	60	66	270	297	50	55	44,22	48,64	44,22	48,64	144,3	159
20	PRESSÃO OPERAÇÃO / PROJETO	kg/cm² g	1,032	2,782	3,901	5,651	3,112	4,862	4,461	6,211	2,39	4,14	1,688	3,438	1,012	2,762	1,013	2,763	2,28	4,03
21	DADOS TUBULAÇÃO																			
22	DIÂMETRO NOMINAL	polegadas	2		2		6		6		8		10		6		1,5		3	
23	ΔP CALCULADA / PERMITIDA (2)	kg/cm²/ km	0,26	1	0,134	1	0,039	1	0,004	1	0,086	1	0,017	1	0,021	1	0,022	1	0,376	1
24	VELOCIDADE CALCULADA / PERMITIDA (2)	m/s	0,285	1,8	0,285	1,8	4,653	-	6,014	-	20,22	-	15,5	-	23,17	-	0,448	1,8	4,12	-
25	ISOLAMENTO, TRACEJADO (3)		P		P		P		P		P		P		P		P		P	
26	NOTAS:																			
27	(1) Especificar se é vapor (V), líquido (L), o fase mista (M).																			
28	(2) Indicar Δp e velocidade máxima permitida só se é um requerimento de processo, corrosão, sólidos, fluidos especiais, etc.																			
29	(3) Se é requerido especificar, P: proteção pessoal, H: conservação decalor, C: conservação frio, ST: tracejado com vapor, ET: tracejado elétrico, SJ: encamisado com vapor, etc.																			
30																				
31																				
32																				
33																				
34	Para materiais ver a folha de seleção de materiais.																			
	Rev.	Por																		
	Data	Aprovado																		

PROJETO :	Planta de Produção de Anilina	TUBULAÇÕES de PROCE
UNIDADE :		Pág. 1 de 1

R e v	TUBULAÇÕES DE PROCESSO													
	1	TUBULAÇÃO Nº	T - 18											
	2	P&I d nº												
	3	DE	BOTT2											
	4													
	5	A	BOTT3											
	6													
	7	NATUREZA, FASE Y VAZÃO												
	8	NATUREZA DO FLUIDO	Resíduo											
	9	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS (% peso / ppm p)	-											
	10	FASE (1) / VAPORIZADO (% peso)	L -											
	11	VAZÃO VOLUMÉTRICO VAPOR @P, T	m³/h	-										
	12	VAZÃO VOLUMÉTRICO LÍQUIDO @P, T	m³/h	0.1966										
	13	PROPRIEDADES												
	14	PESO MOLECULAR GAS	-											
	15	DENSIDADE GAS / LÍQUIDO @P, T	kg/m³	816.21 -										
	16	VISCOSIDADE GAS / LÍQUIDO @P, T	cP (G) / cSt (L)	0.252 -										
	17	PONTO DE FLUIDEZ (POUR POINT)	°C	-										
	18	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO / PROJETO												
	19	TEMPERATURA OPERAÇÃO / PROJETO	°C	245.72 270.29										
	20	PRESSÃO OPERAÇÃO / PROJETO	kg/cm² g	4.2 5.95										
	21	DADOS TUBULAÇÃO												
	22	DIÂMETRO NOMINAL	polegadas	1.5										
	23	ΔP CALCULADA / PERMITIDA (2)	kg/cm²/ km	0.0003 1										
	24	VELOCIDADE CALCULADA / PERMITIDA (2)	m/s	0.0018 1.8										
	25	ISOLAMENTO, TRACEJADO (3)		P										
	26	NOTAS:												
	27	(1) Especificar se é vapor (V), líquido (L), o fase mista (M).												
	28	(2) Indicar Δp e velocidade máxima permitida só se é um requerimento de processo, corrosão, sólidos, fluidos especiais, etc.												
	29	(3) Se é requerido especificar, P: proteção pessoal, H: conservação decalor, C: conservação frio, ST: tracejado com vapor, ET: tracejado elétrico, SJ: encamisado com vapor, e												
	30													
	31													
	32													
	33													
	34	Para materiais ver a folha de seleção de materiais.												
		Rev.	Por											
		Data	Aprovado											

[illegible]

10. Folhas de Especificação de Instrumentação e Controle

PROJETO : Planta de produção de anilina		Válvula de CONTROLE	
UNIDADE : Sistema de controle da planta		Pág. 1 de 14	
VÁLVULAS DE CONTROLE			
CARACTERÍSTICAS GERAIS			
1	Nº DE VÁLVULA		FCV-1
2	SERVIÇO		FCV-2
3	Saída P-1		Vapor E-1
4	Caso		Controle vazão
5	LOCALIZADA EM P&ID		Controle temperatura
6	Página 1		Página 1
CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO			
7	ENTRADA		SAÍDA
8	ENTRADA		SAÍDA
9	NATUREZA DO FLUIDO		Orgânico
10	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS		Vapor de água (média P)
11	% p / ppm p	Não	Não
12	VAZÃO NORMAL DE LÍQUIDO	kg/h	2667
13	VAZÃO NORMAL DE GAS	kg/h	-
14	VAZÃO NORMAL DE VAPOR DE AGUA	kg/h	-
15	VAZÃO MÁXIMO / MÍNIMO	%	120/60
16	TEMPERATURA	°C	24
17	DENSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	kg/m³	1199
18	VISCOSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	cSt	2.238
19	PRESSÃO DE VAPOR DO LÍQUIDO @T	kg/cm² a	0.3
20	PRESSÃO CRÍTICA	kg/cm² a	-
21	PESO MOLECULAR DO GAS	-	-
22	DENSIDADE DE GAS @P, T	kg/m³	-
23	COMPRESSIBILIDADE Z @P,T	-	-
24	Cp / Cv	-	-
CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA			
25	PRESSÃO PARA VAZÃO NORMAL	kg/cm² g	3.17
26	PRESSÃO PARA VAZÃO MÁXIMA	kg/cm² g	-
27	PRESSÃO PARA VÁLVULA FECHADA	kg/cm² g	-
28	VÁLVULA ESTAGNADA (1)	SI / NO	-
29	ABERTURA MÍNIMA / MÁXIMA (2)	%	0/100
30	AÇÃO A FALHA DE AR (3)	-	FP
31	AÇÃO TUDO / NADA	SI / NO	Não
32	PASSO PLENO REQUERIDO	SI / -	-
COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES			
33	LOCALIZADA EM TUBULAÇÃO	-	-
34	MARCA E MODO DA VÁLVULA	-	-
35	CURVA DA VÁLVULA (4)	-	-
36	CV INSTALADO EM VAL. EXISTENTE	-	-
37	CV ESTIMADO NOVAS CONDIÇÕES	-	-
38	VALIDEZ DA VÁLVULA (5)	-	-
39	NOTAS :		
40	(1) Válvula estagnada significa classe V o VI.		
41	(2) Indicar se por razões de processo ou segurança deve limitar-se a abertura da válvula		
42	(3) Especificar a posição de segurança a válvula: FA (falha abre), FC (falha fecha) o FP (falha mantém a posição)		
43	(4) Indicar se é Linear, Isoporcentual ou abertura Rápida		
44	(5) Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.		
45			
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
Rev.	Por		
Data	Aprovado		

PROJETO : Planta de produção de anilina		Válvula de CONTROLE	
UNIDADE : Sistema de controle da planta		Pág. 2 de 14	

2	VÁLVULAS DE CONTROLE					
1	CARACTERÍSTICAS GERAIS					
2	Nº DE VÁLVULA		FCV-3		FCV-4	
3	SERVIÇO		Saída K-1		Refrigerante C-1	
4	CASO		Controle vazão		Controle temperatura	
5	LOCALIZADA EM P&ID		Página 1		Página 1	
6	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO					
7			ENTRADA	SAÍDA	ENTRADA	SAÍDA
8	NATUREZA DO FLUIDO		Hidrogênio		Etileno glicol	
9	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS	% p / ppm p	Não		Não	
10	VAZÃO NORMAL DE LÍQUIDO	kg/h	-	-	-	-
11	VAZÃO NORMAL DE GAS	kg/h	131	131	-	-
12	VAZÃO NORMAL DE VAPOR DE AGUA	kg/h	-	-	-	-
13	VAZÃO MÁXIMO / MÍNIMO	%	120/60		120/60	
14	TEMPERATURA	°C	34.76	34.76	-	-
15	DENSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	kg/m³	-	-	-	-
16	VISCOSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	cSt	-	-	-	-
17	PRESSÃO DE VAPOR DO LÍQUIDO @T	kg/cm² a	-	-	-	-
18	PRESSÃO CRÍTICA	kg/cm² a	-		-	
19	PESO MOLECULAR DO GAS	-	2.016	2.016	-	-
20	DENSIDADE DE GAS @P, T	kg/m³	0.2439	0.2439	-	-
21	COMPRESSIBILIDADE Z @P,T	-	1	1	-	-
22	Cp / Cv	-	1.413	1.413	-	-
23	CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA					
24	PRESSÃO PARA VAZÃO NORMAL	kg/cm² g	2.35	2.05	-	-
25	PRESSÃO PARA VAZÃO MÁXIMA	kg/cm² g	-	-	-	-
26	PRESSÃO PARA VÁLVULA FECHADA	kg/cm² g	-	-	-	-
27	VÁLVULA ESTAGNADA (1)	SI / NO	-		-	
28	ABERTURA MÍNIMA / MÁXIMA (2)	%	0/100		0/100	
29	AÇÃO A FALHA DE AR (3)	-	FP		FP	
30	AÇÃO TUDO / NADA	SI / NO	Não		Não	
31	PASSO PLENO REQUERIDO	SI / -	-		-	
32	COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES					
33	LOCALIZADA EM TUBULAÇÃO	-	-		-	
34	MARCA E MODO DA VÁLVULA	-	-		-	
35	CURVA DA VÁLVULA (4)	-	-		-	
36	CV INSTALADO EM VAL. EXISTENTE	-	-		-	
37	CV ESTIMADO NOVAS CONDIÇÕES	-	-		-	
38	VALIDEZ DA VÁLVULA (5)	-	-		-	
39	NOTAS :					
40	(1) Válvula estagnada significa classe V o VI.					
41	(2) Indicar se por razões de processo ou segurança deve limitar-se a abertura da válvula					
42	(3) Especificar a posição de segurança a válvula: FA (falha abre), FC (falha fecha) o FP (falha mantém a posição)					
43	(4) Indicar se é Linear, Isoporcentual ou abertura Rápida					
44	(5) Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.					
45						
46						
47						
48						
49						
50						
51						
52						
53						
54						
55						
56						
57						
58						

Rev.	Por					
Data	Aprovado					

PROJETO : Planta de produção de anilina		Válvula de CONTROLE	
UNIDADE : Sistema de controle da planta		Pág. 3 de 14	
2 3 /	VÁLVULAS DE CONTROLE		
1	CARACTERÍSTICAS GERAIS		
2	Nº DE VÁLVULA	FCV-5	FCV-6
3	SERVIÇO	Saída K-2	Água de refrigeração E-3
4	CASO	Controle vazão	Controle temperatura
5	LOCALIZADA EMP&ID	Página 1	Página 1
6	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO		
7		ENTRADA	SAÍDA
8	NATUREZA DO FLUIDO	Fase gasosa	Água de refrigeração
9	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS	% p / ppm p	Não
10	VAZÃO NORMAL DE LÍQUIDO	kg/h	-
11	VAZÃO NORMAL DE GAS	kg/h	225
12	VAZÃO NORMAL DE VAPOR DE AGUA	kg/h	-
13	VAZÃO MÁXIMO / MÍNIMO	%	120/60
14	TEMPERATURA	°C	201.4
15	DENSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	kg/m³	-
16	VISCOSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	cSt	-
17	PRESSÃO DE VAPOR DO LÍQUIDO @T	kg/cm² a	-
18	PRESSÃO CRÍTICA	kg/cm² a	-
19	PESO MOLECULAR DO GAS	-	3.734
20	DENSIDADE DE GAS @P, T	kg/m³	0.2931
21	COMPRESSIBILIDADE Z @P,T	-	1
22	Cp / Cv	-	1.387
23	CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA		
24	PRESSÃO PARA VAZÃO NORMAL	kg/cm² g	2.35
25	PRESSÃO PARA VAZÃO MÁXIMA	kg/cm² g	-
26	PRESSÃO PARA VÁLVULA FECHADA	kg/cm² g	-
27	VÁLVULA ESTAGNADA (1)	SI / NO	-
28	ABERTURA MÍNIMA / MÁXIMA (2)	%	0/100
29	AÇÃO A FALHA DE AR (3)	-	FP
30	AÇÃO TUDO / NADA	SI / NO	Não
31	PASSO PLENO REQUERIDO	SI / -	-
32	COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES		
33	LOCALIZADA EM TUBULAÇÃO	-	-
34	MARCA E MODO DA VÁLVULA	-	-
35	CURVA DA VÁLVULA (4)	-	-
36	CV INSTALADO EM VAL. EXISTENTE	-	-
37	CV ESTIMADO NOVAS CONDIÇÕES	-	-
38	VALIDEZ DA VÁLVULA (5)	-	-
39	NOTAS :		
40	(1) Válvula estagnada significa classe V o VI.		
41	(2) Indicar se por razões de processo ou segurança deve limitar-se a abertura da válvula		
42	(3) Especificar a posição de segurança a válvula: FA (falha abre), FC (falha fecha) o FP (falha mantém a posição)		
43	(4) Indicar se é Linear, Isoporcentual ou abertura Rápida		
44	(5) Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.		
45			
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
	Rev.	Por	
	Data	Aprovado	

PROJETO : Planta de produção de anilina		Válvula de CONTROLE	
UNIDADE : Sistema de controle da planta		Pág. 4 de 14	

2 3 /	VÁLVULAS DE CONTROLE					
1	CARACTERÍSTICAS GERAIS					
2	Nº DE VÁLVULA		FCV-7		FCV-8	
3	SERVIÇO		Saída P-3		Saída P-2	
4	CASO		Controle nível		Controle nível	
5	LOCALIZADA EM P&ID		Página 1		Página 1	
6	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO					
7			ENTRADA	SAÍDA	ENTRADA	SAÍDA
8	NATUREZA DO FLUIDO		Fase orgânica		Fase aquosa	
9	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS	% p / ppm p	Não		Não	
10	VAZÃO NORMAL DE LÍQUIDO	kg/h	2122	2122	674.3	674.3
11	VAZÃO NORMAL DE GAS	kg/h	-	-	-	-
12	VAZÃO NORMAL DE VAPOR DE AGUA	kg/h	-	-	-	-
13	VAZÃO MÁXIMO / MÍNIMO	%	120/60		120/60	
14	TEMPERATURA	°C	44.22	44.22	44.22	44.22
15	DENSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	kg/m³	1002	1002	994.3	994.3
16	VISCOSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	cSt	2.159	2.159	0.67	0.67
17	PRESSÃO DE VAPOR DO LÍQUIDO @T	kg/cm² a	1	1	0.96	0.96
18	PRESSÃO CRÍTICA	kg/cm² a	-		-	
19	PESO MOLECULAR DO GAS	-	-	-	-	-
20	DENSIDADE GAS @P, T	kg/m³	-	-	-	-
21	COMPRESSIBILIDADE Z @P,T	-	-	-	-	-
22	Cp / Cv	-	-	-	-	-
23	CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA					
24	PRESSÃO PARA VAZÃO NORMAL	kg/cm² g	0.36	0.06	1.35	1.05
25	PRESSÃO PARA VAZÃO MÁXIMA	kg/cm² g	-	-	-	-
26	PRESSÃO PARA VÁLVULA FECHADA	kg/cm² g	-	-	-	-
27	VÁLVULA ESTAGNADA (1)	SI / NO	-		-	
28	ABERTURA MÍNIMA / MÁXIMA (2)	%	0/100		0/100	
29	AÇÃO A FALHA DE AR (3)	-	FP		FP	
30	AÇÃO TUDO / NADA	SI / NO	Não		Não	
31	PASSO PLENO REQUERIDO	SI / -	-		-	
32	COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES					
33	LOCALIZADA EM TUBULAÇÃO	-	-		-	
34	MARCA E MODO DA VÁLVULA	-	-		-	
35	CURVA DA VÁLVULA (4)	-	-		-	
36	CV INSTALADO EM VAL. EXISTENTE	-	-		-	
37	CV ESTIMADO NOVAS CONDIÇÕES	-	-		-	
38	VALIDEZ DA VÁLVULA (5)	-	-		-	
39	NOTAS :					
40	(1) Válvula estagnada significa classe V o VI .					
41	(2) Indicar se por razões de processo ou segurança deve limitar-se a abertura da válvula					
42	(3) Especificar a posição de segurança a válvula: FA (falha abre), FC (falha fecha) o FP (falha mantém a posição)					
43	(4) Indicar se é Linear, Isoporcentual ou abertura Rápida					
44	(5) Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.					
45						
46						
47						
48						
49						
50						
51						
52						
53						
54						
55						
56						
57						
58						

Rev.	Por						
Data	Aprovado						

PROJETO : Planta de produção de anilina		Válvula de CONTROLE	
UNIDADE : Sistema de controle da planta		Pág. 5 de 14	

2	VÁLVULAS DE CONTROLE					
1	CARACTERÍSTICAS GERAIS					
2	Nº DE VÁLVULA		FCV-9		FCV-10	
3	SERVIÇO		Saída E-3		Saída E-6	
4	CASO		Controle pressão		Controle de vazão	
5	LOCALIZADA EM P&ID		Página 1		Página 2	
6	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO					
7			ENTRADA	SAÍDA	ENTRADA	SAÍDA
8	NATUREZA DO FLUIDO		Orgânico		Vapor de água (baixa P)	
9	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS	% p / ppm p	Não		Não	
10	VAZÃO NORMAL DE LÍQUIDO	kg/h	2796	2796	-	-
11	VAZÃO NORMAL DE GAS	kg/h	222.5	222.5	-	-
12	VAZÃO NORMAL DE VAPOR DE AGUA	kg/h	-	-	-	-
13	VAZÃO MÁXIMO / MÍNIMO	%	120/60		120/60	
14	TEMPERATURA	°C	44.22	44.22	218	218
15	DENSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	kg/m³	998	998	-	-
16	VISCOSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	cSt	1.4	1.4	-	-
17	PRESSÃO DE VAPOR DO LÍQUIDO @T	kg/cm² a	1	1	-	-
18	PRESSÃO CRÍTICA	kg/cm² a	-		-	
19	PESO MOLECULAR DO GAS	-	-	-	-	-
20	DENSIDADE DE GAS @P, T	kg/m³	-	-	-	-
21	COMPRESSIBILIDADE Z @P,T	-	-	-	-	-
22	Cp / Cv	-	-	-	-	-
23	CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA					
24	PRESSÃO PARA VAZÃO NORMAL	kg/cm² g	0.31	0.01	4.5	4.5
25	PRESSÃO PARA VAZÃO MÁXIMA	kg/cm² g	-	-	-	-
26	PRESSÃO PARA VÁLVULA FECHADA	kg/cm² g	-	-	-	-
27	VÁLVULA ESTAGNADA (1)	SI / NO	-		-	
28	ABERTURA MÍNIMA / MÁXIMA (2)	%	0/100		0/100	
29	AÇÃO A FALHA DE AR (3)	-	FP		FP	
30	AÇÃO TUDO / NADA	SI / NO	Não		Não	
31	PASSO PLENO REQUERIDO	SI / -	-		-	
32	COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES					
33	LOCALIZADA EM TUBULAÇÃO	-	-		-	
34	MARCA E MODO DA VÁLVULA	-	-		-	
35	CURVA DA VÁLVULA (4)	-	-		-	
36	CV INSTALADO EM VAL. EXISTENTE	-	-		-	
37	CV ESTIMADO NOVAS CONDIÇÕES	-	-		-	
38	VALIDEZ DA VÁLVULA (5)	-	-		-	
39	NOTAS :					
40	(1) Válvula estagnada significa classe V o VI.					
41	(2) Indicar se por razões de processo ou segurança deve limitar-se a abertura da válvula					
42	(3) Especificar a posição de segurança a válvula: FA (falha abre), FC (falha fecha) o FP (falha mantém a posição)					
43	(4) Indicar se é Linear, Isoporcentual ou abertura Rápida					
44	(5) Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.					
45						
46						
47						
48						
49						
50						
51						
52						
53						
54						
55						
56						
57						
58						

Rev.	Por					
Data	Aprovado					

PROJETO : Planta de produção de anilina		Válvula de CONTROLE	
UNIDADE : Sistema de controle da planta		Pág. 6 de 14	

2	VÁLVULAS DE CONTROLE					
1	CARACTERÍSTICAS GERAIS					
2	Nº DE VÁLVULA		FVC-11		FCV-12	
3	SERVIÇO		Saída E-4		Saída P-6	
4	CASO		Controle temperatura		Controle vazão	
5	LOCALIZADA EM P&ID		Página 2		Página 2	
6	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO					
7			ENTRADA	SAÍDA	ENTRADA	SAÍDA
8	NATUREZA DO FLUIDO		Vapor de água (baixa P)		Fase aquosa	
9	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS	% p / ppm p	Não		Não	
10	VAZÃO NORMAL DE LÍQUIDO	kg/h	-	-	10.42	10.42
11	VAZÃO NORMAL DE GAS	kg/h	-	-	-	-
12	VAZÃO NORMAL DE VAPOR DE AGUA	kg/h	-	-	-	-
13	VAZÃO MÁXIMO / MÍNIMO	%	120/60		120/60	
14	TEMPERATURA	°C	218	218	103.7	103.7
15	DENSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	kg/m³	-	-	946.4	946.6
16	VISCOSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	cSt	-	-	0.2919	0.2919
17	PRESSÃO DE VAPOR DO LÍQUIDO @T	kg/cm² a	-	-	1.22	1.22
18	PRESSÃO CRÍTICA	kg/cm² a	-		-	
19	PESO MOLECULAR DO GAS	-	-	-	-	-
20	DENSIDADE DE GAS @P, T	kg/m³	-	-	-	-
21	COMPRESSIBILIDADE Z @P,T	-	-	-	-	-
22	Cp / Cv	-	-	-	-	-
23	CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA					
24	PRESSÃO PARA VAZÃO NORMAL	kg/cm² g	4.5	4.5	0.49	0.19
25	PRESSÃO PARA VAZÃO MÁXIMA	kg/cm² g	-	-	-	-
26	PRESSÃO PARA VÁLVULA FECHADA	kg/cm² g	-	-	-	-
27	VÁLVULA ESTAGNADA (1)	SI / NO	-		-	
28	ABERTURA MÍNIMA / MÁXIMA (2)	%	0/100		0/100	
29	AÇÃO A FALHA DE AR (3)	-	FP		FP	
30	AÇÃO TUDO / NADA	SI / NO	Não		Não	
31	PASSO PLENO REQUERIDO	SI / -				
32	COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES					
33	LOCALIZADA EM TUBULAÇÃO	-	-		-	
34	MARCA E MODO DA VÁLVULA	-	-		-	
35	CURVA DA VÁLVULA (4)	-	-		-	
36	CV INSTALADO EM VAL. EXISTENTE	-	-		-	
37	CV ESTIMADO NOVAS CONDIÇÕES	-	-		-	
38	VALIDEZ DA VÁLVULA (5)	-	-		-	
39	NOTAS :					
40	(1) Válvula estagnada significa classe V o VI.					
41	(2) Indicar se por razões de processo ou segurança deve limitar-se a abertura da válvula					
42	(3) Especificar a posição de segurança a válvula: FA (falha abre), FC (falha fecha) o FP (falha mantém a posição)					
43	(4) Indicar se é Linear, Isoporcentual ou abertura Rápida					
44	(5) Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.					
45						
46						
47						
48						
49						
50						
51						
52						
53						
54						
55						
56						
57						
58						

Rev.	Por						
Data	Aprovado						

PROJETO : Planta de produção de anilina		Válvula de CONTROLE	
UNIDADE : Sistema de controle da planta		Pág. 7 de 14	

2	VÁLVULAS DE CONTROLE					
1	CARACTERÍSTICAS GERAIS					
2	Nº DE VÁLVULA		FCV-13		FCV-14	
3	SERVIÇO		Saída C-4		Saída E-5	
4	CASO		Controle nível		Controle pressão	
5	LOCALIZADA EM P&ID		Página 2		Página 2	
6	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO					
7			ENTRADA	SAÍDA	ENTRADA	SAÍDA
8	NATUREZA DO FLUIDO		Orgânica		Água de refrigeração	
9	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS	% p / ppm p	Não		Não	
10	VAZÃO NORMAL DE LÍQUIDO	kg/h	1978	1978		
11	VAZÃO NORMAL DE GAS	kg/h	-	-	-	-
12	VAZÃO NORMAL DE VAPOR DE AGUA	kg/h	-	-	-	-
13	VAZÃO MÁXIMO / MÍNIMO	%	120/60		120/60	
14	TEMPERATURA	°C	203.5	203.5	49	49
15	DENSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	kg/m³	853.1	853.1	-	-
16	VISCOSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	cSt	0.3041	0.3041	-	-
17	PRESSÃO DE VAPOR DO LÍQUIDO @T	kg/cm² a	1.83	1.83	-	-
18	PRESSÃO CRÍTICA	kg/cm² a	-		-	
19	PESO MOLECULAR DO GAS	-	-	-	-	-
20	DENSIDADE DE GAS @P, T	kg/m³	-	-	-	-
21	COMPRESSIBILIDADE Z @P,T	-	-	-	-	-
22	Cp / Cv	-	-	-	-	-
23	CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA					
24	PRESSÃO PARA VAZÃO NORMAL	kg/cm² g	1.1	0.8	8	8
25	PRESSÃO PARA VAZÃO MÁXIMA	kg/cm² g	-	-	-	-
26	PRESSÃO PARA VÁLVULA FECHADA	kg/cm² g	-	-	-	-
27	VÁLVULA ESTAGNADA (1)	SI / NO	-		-	
28	ABERTURA MÍNIMA / MÁXIMA (2)	%	0/100		0/100	
29	AÇÃO A FALHA DE AR (3)	-	FP		FP	
30	AÇÃO TUDO / NADA	SI / NO	Não		Não	
31	PASSO PLENO REQUERIDO	SI / -	-		-	
32	COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES					
33	LOCALIZADA EM TUBULAÇÃO	-	-		-	
34	MARCA E MODO DA VÁLVULA	-	-		-	
35	CURVA DA VÁLVULA (4)	-	-		-	
36	CV INSTALADO EM VAL. EXISTENTE		-		-	
37	CV ESTIMADO NOVAS CONDIÇÕES	-	-		-	
38	VALIDEZ DA VÁLVULA (5)	-	-		-	
39	NOTAS :					
40	(1) Válvula estagnada significa classe V o VI .					
41	(2) Indicar se por razões de processo ou segurança deve limitar-se a abertura da válvula					
42	(3) Especificar a posição de segurança a válvula: FA (falha abre), FC (falha fecha) o FP (falha mantém a posição)					
43	(4) Indicar se é Linear, Isoporcentual ou abertura Rápida					
44	(5) Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.					
45						
46						
47						
48						
49						
50						
51						
52						
53						
54						
55						
56						
57						
58						

Rev.	Por					
Data	Aprovado					

PROJETO : Planta de produção de anilina		Válvula de CONTROLE	
UNIDADE : Sistema de controle da planta		Pág. 8 de 14	
2 3 /	VÁLVULAS DE CONTROLE		
1	CARACTERÍSTICAS GERAIS		
2	Nº DE VÁLVULA	FCV-15	FCV-16
3	SERVIÇO	Saída P-5	Saída P-7
4	CASO	Controle vazão	Controle nível
5	LOCALIZADA EM P&ID	Página 2	Página 2
6	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO		
7		ENTRADA	SAÍDA
8	NATUREZA DO FLUIDO	Orgânica	Orgânica
9	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS	Não	Não
10	VAZÃO NORMAL DE LÍQUIDO	kg/h	50.72
11	VAZÃO NORMAL DE GAS	kg/h	-
12	VAZÃO NORMAL DE VAPOR DE AGUA	kg/h	-
13	VAZÃO MÁXIMO / MÍNIMO	%	120/60
14	TEMPERATURA	°C	103.7
15	DENSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	kg/m³	948.8
16	VISCOSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	cSt	0.8193
17	PRESSÃO DE VAPOR DO LÍQUIDO @T	kg/cm² a	1.22
18	PRESSÃO CRÍTICA	kg/cm² a	-
19	PESO MOLECULAR DO GAS	-	-
20	DENSIDADE GAS @P, T	kg/m³	-
21	COMPRESSIBILIDADE Z @P,T	-	-
22	Cp / Cv	-	-
23	CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA		
24	PRESSÃO PARA VAZÃO NORMAL	kg/cm² g	0.49
25	PRESSÃO PARA VAZÃO MÁXIMA	kg/cm² g	-
26	PRESSÃO PARA VALVULA FECHADA	kg/cm² g	-
27	VÁLVULA ESTAGNADA (1)	SI / NO	-
28	ABERTURA MÍNIMA / MÁXIMA (2)	%	0/100
29	AÇÃO A FALHA DE AR (3)	-	FP
30	AÇÃO TUDO / NADA	SI / NO	Não
31	PASSO PLENO REQUERIDO	SI / -	-
32	COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES		
33	LOCALIZADA EM TUBULAÇÃO	-	-
34	MARCA E MODO DA VÁLVULA	-	-
35	CURVA DA VÁLVULA (4)	-	-
36	CV INSTALADO EM VAL. EXISTENTE	-	-
37	CV ESTIMADO NOVAS CONDIÇÕES	-	-
38	VALIDEZ DA VÁLVULA (5)	-	-
39	NOTAS :		
40	(1) Válvula estagnada significa classe V o VI .		
41	(2) Indicar se por razões de processo ou segurança deve limitar-se a abertura da válvula		
42	(3) Especificar a posição de segurança a válvula: FA (falha abre), FC (falha fecha) o FP (falha mantém a posição)		
43	(4) Indicar se é Linear, Isoporcentual ou abertura Rápida		
44	(5) Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.		
45			
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
Rev.	Por		
Data	Aprovado		

PROJETO : Planta de produção de anilina		Válvula de CONTROLE	
UNIDADE : Sistema de controle da planta		Pág. 9 de 14	

2	VÁLVULAS DE CONTROLE					
1	CARACTERÍSTICAS GERAIS					
2	Nº DE VÁLVULA		FCV-17		FCV-18	
3	SERVIÇO		Saída P-8		Saída C-5	
4	CASO		Controle nível		Controle pressão	
5	LOCALIZADA EM P&ID		Página 2		Página 2	
6	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO					
7			ENTRADA	SAÍDA	ENTRADA	SAÍDA
8	NATUREZA DO FLUIDO		Aquosa		Produto vaporizado	
9	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS	% p / ppm p	Não		Não	
10	VAZÃO NORMAL DE LÍQUIDO	kg/h	111.7	111.7	-	-
11	VAZÃO NORMAL DE GAS	kg/h	-	-	21.23	21.23
12	VAZÃO NORMAL DE VAPOR DE AGUA	kg/h	-	-	-	-
13	VAZÃO MÁXIMO / MÍNIMO	%	120/60		120/60	
14	TEMPERATURA	°C	103.7	103.7	103.7	103.7
15	DENSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	kg/m³	946.4	946.4	-	-
16	VISCOSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	cSt	0.2919	0.2919	-	-
17	PRESSÃO DE VAPOR DO LÍQUIDO @T	kg/cm² a	1.22	1.22	-	-
18	PRESSÃO CRÍTICA	kg/cm² a	-		-	
19	PESO MOLECULAR DO GAS	-	-	-	21.41	21.41
20	DENSIDADE DE GAS @P, T	kg/m³	-	-	0.82	0.82
21	COMPRESSIBILIDADE Z @P,T	-	-	-	1	1
22	Cp / Cv	-	-	-	1.239	1.239
23	CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA					
24	PRESSÃO PARA VAZÃO NORMAL	kg/cm² g	0.49	0.19	0.19	-0.11
25	PRESSÃO PARA VAZÃO MÁXIMA	kg/cm² g	-	-	-	-
26	PRESSÃO PARA VÁLVULA FECHADA	kg/cm² g	-	-	-	-
27	VÁLVULA ESTAGNADA (1)	SI / NO	-		-	
28	ABERTURA MÍNIMA / MÁXIMA (2)	%	0/100		0/100	
29	AÇÃO A FALHA DE AR (3)	-	FP		FP	
30	AÇÃO TUDO / NADA	SI / NO	Não		Não	
31	PASSO PLENO REQUERIDO	SI / -	-		-	
32	COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES					
33	LOCALIZADA EM TUBULAÇÃO	-	-		-	
34	MARCA E MODO DA VÁLVULA	-	-		-	
35	CURVA DA VÁLVULA (4)	-	-		-	
36	CV INSTALADO EM VAL. EXISTENTE	-	-		-	
37	CV ESTIMADO NOVAS CONDIÇÕES	-	-		-	
38	VALIDEZ DA VÁLVULA (5)	-	-		-	
39	NOTAS :					
40	(1) Válvula estagnada significa classe V o VI .					
41	(2) Indicar se por razões de processo ou segurança deve limitar-se a abertura da válvula					
42	(3) Especificar a posição de segurança a válvula: FA (falha abre), FC (falha fecha) o FP (falha mantém a posição)					
43	(4) Indicar se é Linear, Isoporcentual ou abertura Rápida					
44	(5) Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.					
45						
46						
47						
48						
49						
50						
51						
52						
53						
54						
55						
56						
57						
58						

Rev.	Por					
Data	Aprovado					

PROJETO : Planta de produção de anilina		Válvula de CONTROLE	
UNIDADE : Sistema de controle da planta		Pág. 10 de 14	

2 3 /	VÁLVULAS DE CONTROLE					
1	CARACTERÍSTICAS GERAIS					
2	Nº DE VÁLVULA		FCV-19		FCV-20	
3	SERVIÇO		Saída P-9		Saída E-8	
4	CASO		Controle vazão		Controle vazão	
5	LOCALIZADA EM P&ID		Página 3		Página 3	
6	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO					
7			ENTRADA	SAÍDA	ENTRADA	SAÍDA
8	NATUREZA DO FLUIDO		Orgânico		Vapor de água (média P)	
9	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS	% p / ppm p	Não		Não	
10	VAZÃO NORMAL DE LÍQUIDO	kg/h	2122	2122	-	-
11	VAZÃO NORMAL DE GAS	kg/h	-	-	-	-
12	VAZÃO NORMAL DE VAPOR DE AGUA	kg/h				
13	VAZÃO MÁXIMO / MÍNIMO	%	120/60		120/60	
14	TEMPERATURA	°C	197.42	197.42	297	297
15	DENSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	kg/m³	859.7	859.7	-	-
16	VISCOSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	cSt	0.3216	0.3216	-	-
17	PRESSÃO DE VAPOR DO LÍQUIDO @T	kg/cm² a	1.22	1.22	-	-
18	PRESSÃO CRÍTICA	kg/cm² a	-		-	
19	PESO MOLECULAR DO GAS	-	-	-	-	-
20	DENSIDADE GAS @P, T	kg/m³	-	-	-	-
21	COMPRESSIBILIDADE Z @P,T	-	-	-	-	-
22	Cp / Cv	-	-	-	-	-
23	CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA					
24	PRESSÃO PARA VAZÃO NORMAL	kg/cm² g	2.84	2.54	8	8
25	PRESSÃO PARA VAZÃO MÁXIMA	kg/cm² g	-	-	-	-
26	PRESSÃO PARA VALVULA FECHADA	kg/cm² g	-	-	-	-
27	VÁLVULA ESTAGNADA (1)	SI / NO	-		-	
28	ABERTURA MÍNIMA / MÁXIMA (2)	%	0/100		0/100	
29	AÇÃO A FALHA DE AR (3)	-	FP		FP	
30	AÇÃO TUDO / NADA	SI / NO	Não		Não	
31	PASSO PLENO REQUERIDO	SI / -	-		-	
32	COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES					
33	LOCALIZADA EM TUBULAÇÃO	-	-		-	
34	MARCA E MODO DA VÁLVULA	-	-		-	
35	CURVA DA VÁLVULA (4)	-	-		-	
36	CV INSTALADO EM VAL. EXISTENTE	-	-		-	
37	CV ESTIMADO NOVAS CONDIÇÕES	-	-		-	
38	VALIDEZ DA VÁLVULA (5)	-	-		-	
39	NOTAS :					
40	(1) Válvula estagnada significa classe V o VI.					
41	(2) Indicar se por razões de processo ou segurança deve limitar-se a abertura da válvula					
42	(3) Especificar a posição de segurança a válvula: FA (falha abre), FC (falha fecha) o FP (falha mantém a posição)					
43	(4) Indicar se é Linear, Isoporcentual ou abertura Rápida					
44	(5) Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.					
45						
46						
47						
48						
49						
50						
51						
52						
53						
54						
55						
56						
57						
58						

Rev.	Por					
Data	Aprovado					

PROJETO : Planta de produção de anilina		Válvula de CONTROLE	
UNIDADE : Sistema de controle da planta		Pág. 11 de 14	

2	VÁLVULAS DE CONTROLE					
1	CARACTERÍSTICAS GERAIS					
2	Nº DE VÁLVULA		FCV-21		FCV-22	
3	SERVIÇO		Saída P-10		Saída P-12	
4	CASO		Controle vazão		Controle nível	
5	LOCALIZADA EM P&ID		Página 3		Página 3	
6	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO					
7			ENTRADA	SAÍDA	ENTRADA	SAÍDA
8	NATUREZA DO FLUIDO		Orgânico		Orgânico	
9	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS	% p / ppm p	Não		Não	
10	VAZÃO NORMAL DE LÍQUIDO	kg/h	3965	3965	160.5	160.5
11	VAZÃO NORMAL DE GAS	kg/h	-	-	-	-
12	VAZÃO NORMAL DE VAPOR DE AGUA	kg/h	-	-	-	-
13	VAZÃO MÁXIMO / MÍNIMO	%	120/60		120/60	
14	TEMPERATURA	°C	183.38	183.28	254.61	245.61
15	DENSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	kg/m³	874.8	874.8	814.43	814.43
16	VISCOSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	cSt	0.44	0.44	0.31	0.31
17	PRESSÃO DE VAPOR DO LÍQUIDO @T	kg/cm² a	1.02	1.02	4.08	4.08
18	PRESSÃO CRÍTICA	kg/cm² a	-		-	
19	PESO MOLECULAR DO GAS	-	-	-	-	-
20	DENSIDADE GAS @P, T	kg/m³	-	-	-	-
21	COMPRESSIBILIDADE Z @P,T	-	-	-	-	-
22	Cp / Cv	-	-	-	-	-
23	CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA					
24	PRESSÃO PARA VAZÃO NORMAL	kg/cm² g	0.39	0.09	1.81	1.51
25	PRESSÃO PARA VAZÃO MÁXIMA	kg/cm² g	-	-	-	-
26	PRESSÃO PARA VÁLVULA FECHADA	kg/cm² g	-	-	-	-
27	VÁLVULA ESTAGNADA (1)	SI / NO	-		-	
28	ABERTURA MÍNIMA / MÁXIMA (2)	%	0/100		0/100	
29	AÇÃO A FALHA DE AR (3)	-	FP		FP	
30	AÇÃO TUDO / NADA	SI / NO	Não		Não	
31	PASSO PLENO REQUERIDO	SI / -	-		-	
32	COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES					
33	LOCALIZADA EM TUBULAÇÃO	-	-		-	
34	MARCA E MODO DA VÁLVULA	-	-		-	
35	CURVA DA VÁLVULA (4)	-	-		-	
36	CV INSTALADO EM VAL. EXISTENTE	-	-		-	
37	CV ESTIMADO NOVAS CONDIÇÕES	-	-		-	
38	VALIDEZ DA VÁLVULA (5)	-	-		-	
39	NOTAS :					
40	(1) Válvula estagnada significa classe V ou VI.					
41	(2) Indicar se por razões de processo ou segurança deve limitar-se a abertura da válvula					
42	(3) Especificar a posição de segurança a válvula: FA (falha abre), FC (falha fecha) ou FP (falha mantém a posição)					
43	(4) Indicar se é Linear, Isoporcentual ou abertura Rápida					
44	(5) Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.					
45						
46						
47						
48						
49						
50						
51						
52						
53						
54						
55						
56						
57						
58						

Rev.	Por					
Data	Aprovado					

PROJETO : Planta de produção de anilina		Válvula de CONTROLE	
UNIDADE : Sistema de controle da planta		Pág. 12 de 14	

2	VÁLVULAS DE CONTROLE					
1	CARACTERÍSTICAS GERAIS					
2	Nº DE VÁLVULA		FCV-23		FCV-24	
3	SERVIÇO		Saída E-10		Saída P-4	
4	CASO		Contorle temperatura		Controle vazão	
5	LOCALIZADA EM P&ID		Página 3		Página 2	
6	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO					
7			ENTRADA	SAÍDA	ENTRADA	SAÍDA
8	NATUREZA DO FLUIDO		Água de refrigeração		Orgânico	
9	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS	% p / ppm p	Não		Não	
10	VAZÃO NORMAL DE LÍQUIDO	kg/h			2122	2122
11	VAZÃO NORMAL DE GAS	kg/h	-	-	-	-
12	VAZÃO NORMAL DE VAPOR DE AGUA	kg/h	-	-	-	-
13	VAZÃO MÁXIMO / MÍNIMO	%	120/60		120/60	
14	TEMPERATURA	°C	49	49	44.22	44.22
15	DENSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	kg/m³	-	-	1002	1002
16	VISCOSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	cSt	-	-	2.159	2.159
17	PRESSÃO DE VAPOR DO LÍQUIDO @T	kg/cm² a	-	-	0.96	0.96
18	PRESSÃO CRÍTICA	kg/cm² a	-		-	
19	PESO MOLECULAR DO GAS	-	-	-	-	-
20	DENSIDADE DE GAS @P, T	kg/m³	-	-	-	-
21	COMPRESSIBILIDADE Z @P,T	-	-	-	-	-
22	Cp / Cv	-	-	-	-	-
23	CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA					
24	PRESSÃO PARA VAZÃO NORMAL	kg/cm² g	8	8	2.34	2.04
25	PRESSÃO PARA VAZÃO MÁXIMA	kg/cm² g	-	-	-	-
26	PRESSÃO PARA VALVULA FECHADA	kg/cm² g	-	-	-	-
27	VÁLVULA ESTAGNADA (1)	SI / NO	-		-	
28	ABERTURA MÍNIMA / MÁXIMA (2)	%	0/100		0/100	
29	AÇÃO A FALHA DE AR (3)	-	FP		FP	
30	AÇÃO TUDO / NADA	SI / NO	Não		Não	
31	PASSO PLENO REQUERIDO	SI / -	-		-	
32	COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES					
33	LOCALIZADA EM TUBULAÇÃO	-	-		-	
34	MARCA E MODO DA VÁLVULA	-	-		-	
35	CURVA DA VÁLVULA (4)	-	-		-	
36	CV INSTALADO EM VAL. EXISTENTE	-	-		-	
37	CV ESTIMADO NOVAS CONDIÇÕES	-	-		-	
38	VALIDEZ DA VÁLVULA (5)	-	-		-	
39	NOTAS :					
40	(1) Válvula estagnada significa classe V o VI.					
41	(2) Indicar se por razões de processo ou segurança deve limitar-se a abertura da válvula					
42	(3) Especificar a posição de segurança a válvula: FA (falha abre), FC (falha fecha) o FP (falha mantém a posição)					
43	(4) Indicar se é Linear, Isoporcentual ou abertura Rápida					
44	(5) Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.					
45						
46						
47						
48						
49						
50						
51						
52						
53						
54						
55						
56						
57						
58						

Rev.	Por					
Data	Aprovado					

PROJETO : Planta de produção de anilina		Válvula de CONTROLE	
UNIDADE : Sistema de controle da planta		Pág. 13 de 14	

2 3 /	VÁLVULAS DE CONTROLE					
	CARACTERÍSTICAS GERAIS					
1	Nº DE VÁLVULA		FCV-25		FCV-26	
2	SERVIÇO		Saída E-7		Saída P-11	
3	CASO		Controle pressão		Controle nível	
4	LOCALIZADA EM P&ID		Página 3		Página 3	
5	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO					
6			ENTRADA	SAÍDA	ENTRADA	SAÍDA
7	NATUREZA DO FLUIDO		Água de refrigeração		Orgânico	
8	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS	% p / ppm p	Não		Não	
9	VAZÃO NORMAL DE LÍQUIDO	kg/h			1818.8	1818.8
10	VAZÃO NORMAL DE GAS	kg/h	-	-		
11	VAZÃO NORMAL DE VAPOR DE AGUA	kg/h	-	-		
12	VAZÃO MÁXIMO / MÍNIMO	%	120/60		120/60	
13	TEMPERATURA	°C	49	49	183.38	182.28
14	DENSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	kg/m³	-	-	874.8	874.8
15	VISCOSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	cSt	-	-	0.44	0.44
16	PRESSÃO DE VAPOR DO LÍQUIDO @T	kg/cm² a	-	-	4.08	4.08
17	PRESSÃO CRÍTICA	kg/cm² a	-		1.02	
18	PESO MOLECULAR DO GAS	-	-	-	-	-
19	DENSIDADE DE GAS @P, T	kg/m³	-	-	-	-
20	COMPRESSIBILIDADE Z @P,T	-	-	-	-	-
21	Cp / Cv	-	-	-	-	-
22	CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA					
23	PRESSÃO PARA VAZÃO NORMAL	kg/cm² g	8	8	0.59	0.29
24	PRESSÃO PARA VAZÃO MÁXIMA	kg/cm² g	-	-	-	-
25	PRESSÃO PARA VÁLVULA FECHADA	kg/cm² g	-	-	-	-
26	VÁLVULA ESTAGNADA (1)	SI / NO	-		-	
27	ABERTURA MÍNIMA / MÁXIMA (2)	%	0/100		0/100	
28	AÇÃO A FALHA DE AR (3)	-	FP		FP	
29	AÇÃO TUDO / NADA	SI / NO	Não		Não	
30	PASSO PLENO REQUERIDO	SI / -	-		-	
31	COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES					
32	LOCALIZADA EM TUBULAÇÃO	-	-		-	
33	MARCA E MODO DA VÁLVULA	-	-		-	
34	CURVA DA VÁLVULA (4)	-	-		-	
35	CV INSTALADO EM VAL. EXISTENTE		-		-	
36	CV ESTIMADO NOVAS CONDIÇÕES	-	-		-	
37	VALIDEZ DA VÁLVULA (5)	-	-		-	
38	NOTAS :					
39	(1) Válvula estagnada significa classe V o VI.					
40	(2) Indicar se por razões de processo ou segurança deve limitar-se a abertura da válvula					
41	(3) Especificar a posição de segurança a válvula: FA (falha abre), FC (falha fecha) o FP (falha mantém a posição)					
42	(4) Indicar se é Linear, Isoporcentual ou abertura Rápida					
43	(5) Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.					
44						
45						
46						
47						
48						
49						
50						
51						
52						
53						
54						
55						
56						
57						
58						

Rev.	Por					
Data	Aprovado					

PROJETO : Planta de produção de anilina		Válvula de CONTROLE	
UNIDADE : Sistema de controle da planta		Pág. 14 de 14	

2 3 /	VÁLVULAS DE CONTROLE					
1	CARACTERÍSTICAS GERAIS					
2	Nº DE VÁLVULA		FCV-27			
3	SERVIÇO		Saída E-9			
4	CASO		Controle temperatura			
5	LOCALIZADA EM P&ID		Página 3			
6	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO					
7			ENTRADA	SAÍDA	ENTRADA	SAÍDA
8	NATUREZA DO FLUIDO		Água de refrigeração			
9	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS	% p / ppm p	Não			
10	VAZÃO NORMAL DE LÍQUIDO	kg/h				
11	VAZÃO NORMAL DE GAS	kg/h	-	-		
12	VAZÃO NORMAL DE VAPOR DE AGUA	kg/h	-	-		
13	VAZÃO MÁXIMO / MÍNIMO	%	120/60			
14	TEMPERATURA	°C	49	49		
15	DENSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	kg/m³	-	-		
16	VISCOSIDADE DO LÍQUIDO @P, T	cSt	-	-		
17	PRESSÃO DE VAPOR DO LÍQUIDO @T	kg/cm² a	-	-		
18	PRESSÃO CRÍTICA	kg/cm² a	-			
19	PESO MOLECULAR DO GAS	-	-	-		
20	DENSIDADE DE GAS @P, T	kg/m³	-	-		
21	COMPRESSIBILIDADE Z @P,T	-	-	-		
22	Cp / Cv	-	-	-		
23	CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA					
24	PRESSÃO PARA VAZÃO NORMAL	kg/cm² g	8	8		
25	PRESSÃO PARA VAZÃO MÁXIMA	kg/cm² g	-	-		
26	PRESSÃO PARA VÁLVULA FECHADA	kg/cm² g	-	-		
27	VÁLVULA ESTAGNADA (1)	SI / NO	-			
28	ABERTURA MÍNIMA / MÁXIMA (2)	%	0/100			
29	AÇÃO A FALHA DE AR (3)	-	FP			
30	AÇÃO TUDO / NADA	SI / NO	Não			
31	PASSO PLENO REQUERIDO	SI / -				
32	COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES					
33	LOCALIZADA EM TUBULAÇÃO	-	-			
34	MARCA E MODO DA VÁLVULA	-	-			
35	CURVA DA VÁLVULA (4)	-	-			
36	CV INSTALADO EM VAL. EXISTENTE		-			
37	CV ESTIMADO NOVAS CONDIÇÕES	-	-			
38	VALIDEZ DA VÁLVULA (5)	-	-			
39	NOTAS :					
40	(1) Válvula estagnada significa classe V o VI .					
41	(2) Indicar se por razões de processo ou segurança deve limitar-se a abertura da válvula					
42	(3) Especificar a posição de segurança a válvula: FA (falha abre), FC (falha fecha) o FP (falha mantém a posição)					
43	(4) Indicar se é Linear, Isoporcentual ou abertura Rápida					
44	(5) Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.					
45						
46						
47						
48						
49						
50						
51						
52						
53						
54						
55						
56						
57						
58						

Rev.	Por						
Data	Aprovado						

R
e
v

1	INSTRUMENT Nº	SERVIÇO	CASO DE PROJETO	DATOS GERAIS DE OPERAÇÃO (2)						CARACTERÍSTICAS INSTRUMENTO								
2				NATUREZA FLUIDO	COMPUST CORROSIVOS O TÓXICOS	FASE (1)	TEMP. (°C)	TEMPERATURA (°C)			SITUAÇÃO (3)	PONTOS CONSIGNA (°C)						LOCALIZADO EM TUBULAÇÃO / RECIPIENTE
3								MÍN.	NORM.	MÁX.		ALARMES				ENCRAV.		
4												TAL	TALL	TAH	TAHH	BAIXO	ALTO	
5	TIC-2	Saída E-1	-	Orgânico	Não	G	266	-	265.9	-	PL	-	-	-	-	-	-	
6	TI-5	S. vapor E-1	-	Água refrig.	Não	G	297	-	297	-	PL	-	-	-	-	-	-	
7	TI-3	Entrada K-1	-	Hidrogênio	Não	G	60	-	60	-	PL	-	-	-	-	-	-	
8	TI-4	Saída K-1	-	Hidrogênio	Não	G	34.8	-	34.76	-	PL	-	-			-		
9	TIC-8	Saída C-1	-	Orgânico	Não	G	270	-	270	300	PL	-	-	275	300	-	SE-1	
10	TIC-9	Saída E-3	-	Orgânico	Não	M	47	-	46.99	-	PL	-	-	-	-	-	-	
11	TI-11	Água refrig. E-3	-	Água refrig.	Não	L	49	-	49	-	PL	-	-	-	-	-	-	
12	TI-53	Saída P-2	-	Aquoso	Não	L	44.2	-	44.22	-	PL	-	-	-	-	-	-	
13	TI-60	Saída K-2	-	Hidrogênio	Não	G	201	-	201.4	-	PL	-	-	-	-	-	-	
14	TI-18	Saída C-3	-	Orgânico	Não	L	44.2	-	44.22	-	PL	-	-	-	-	-	-	
15	TIC-21	Saída E-4	-	Orgânico	Não	M	144	-	144	-	PL	-	-	-	-	-	-	
16	TI-22	S.vapor E-4	-	Vapor água	Não	M	218	-	218	-	PL	-	-	-	-	-	-	
17	TI-23	Topo C-4	-	Orgânico	Não	M	104	-	103.7	-	PL	-	-	-	-	-	-	
18	TI-24	Fundo C-4	-	Orgânico	Não	M	205	-	205.4	-	PL	-	-	-	-	-	-	
19	TI-30	Água refrig. E-5	-	Água refrig.	Não	L	49	-	49	-	PL	-	-	-	-	-	-	
20	TI-57	Saída C-5	-	Orgânico	Não	G	104	-	103.7	-	PL	-	-	-	-	-	-	
21	TI-58	Saída P-8	-	Orgânico	Não	L	104	-	103.7	-	PL	-	-	-	-	-	-	
22	TI-59	Saída P-7	-	Orgânico	Não	L	104	-	103.7	-	PL	-	-	-	-	-	-	
23	TI-26	Saída P-6	-	Orgânico	Não	L	104	-	103.7	-	PL	-	-	-	-	-	-	
24	TI-27	Saída P-5	-	Orgânico	Não	L	104	-	103.7	-	PL	-	-	-	-	-	-	
25	TI-55	Saída C-4	-	Orgânico	Não	L	205	-	205.4	-	PL	-	-	-	-	-	-	

26	NOTAS:
----	--------

- | | |
|----|---|
| 27 | (1) Especificar se é gas (G), líquido (L), vapor de água (V) o mista (M). |
| 28 | (2) Especificam-se condições de operação. Para condições de projeto mecânico referir-se às condições da tunulação ou equipamento associado. |
| 29 | (3) Indicar se o instrumento é local (L), painel (P) o painel local (PL). |

[illegible]

R
e
v[illegible]

PROJETO :	Planta de produção de anilina	Instrumntos de NÍVEL
UNIDADE :	Sistema de controle	Pág. 1 de 2

R e v	INSTRUMENTOS DE NÍVEL									
	1	INSTRUMENTO Nº		LG-14	LG-15	LG-18	LG-25	LG-31	LG-32	
2	SERVIÇO		Nível leve C-2	Nível pesado C-2	Nível C-3	Nível C-4	Nível leve C-5	Nível pesado C-5		
3	CASO DE PROJETO									
4	DATOS GERAIS DE OPERAÇÃO									
5	NATUREZA DO FLUIDO SUPERIOR / INFERIOR		Aquoso/Orgânico	Aquoso/Orgânico	Orgânico	Orgânico	Aquoso	Orgânico		
6	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS (% peso / ppm p)		Não	Não	Não	Não	Não	Não		
7	TIPO DE INTERFASE (1)		L-V	L-L	L-V	L-V	L-V	L-L		
8	TEMPERATURA	°C	44.22	44.22	44.22	203.5	103.7	103.7		
9	PRESSÃO	kg/cm ² g	0	0	0	0.8	0.19	0.19		
10	PROPRIEDADES DO FLUIDO									
	DENSIDADE FASE SUP. @ P, T	kg/m ³	0.1434	994.3	-	-	0.82	946.4		
	VISCOSIDADE FASE SUP. @ T	cP / cSt	58.08	0.67	-	-	11.58	0.2919		
11	DENSIDADE FASE INF. @ P, T	kg/m ³	994.3	1002	1002	853.1	946.4	948.8		
12	VISCOSIDADE FASE INF. @ T	cP / cSt	0.67	2.159	2.159	0.3041	0.2919	0.8193		
13	CARACTERÍSTICAS DO INSTRUMENTO									
14	TIPO ELEMENTO PRIMARIO									
15	SITUAÇÃO (2)		PL	PL	PL	PL	PL	PL		
16	PONTOS CONSIGNA (NÍVEL NORMAL :) (3)		1587	2095	383	2997	345	172.5		
17	ALARME ALTO / MUITO ALTO	mm	2539	3352	-	4796	553	276.5		
18	ALARME BAIXO / MUITO BAIXO	mm	635	838	-	1199	138	69		
19	ENCRAVAMENTO ALTO / BAIXO	mm	-	-	-	-	-	-		
20	TRACEJADO, FLUSHING					-	-	-		
21	LOCALIZADO EM RECIPIENTE		C-2	C-2	C-3	C-4	C-5	C-5		
22	NOTAS :									
23	(1) Especificar se é líquido - líquido (L-L) ou líquido - vapor (L-V)									
24	(2) Indicar se o instrumento é local (L), painel (P) ou painel local (PL)									
25	(3) Indicar o nível normal em mm sobre LT o % intervalo medida e os pontos de consigna de ALARMEs e encravamentos nas mesmas unidades									
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
Rev.		Por								
Data		Aprovado								

PROJETO : Planta de produção de anilina		Instrumentos de NÍVEL	
UNIDADE : Sistema de controle		Pág. 2 de 2	

R e v	INSTRUMENTOS DE NÍVEL									
	1	INSTRUMENTO Nº		LG-33	LG-39	LG-44				
	2	SERVIÇO		Nível C-6	Nível C-7	Nível C-8				
	3	CASO DE PROJETO								
	4	DATOS GERAIS DE OPERAÇÃO								
	5	NATUREZA DO FLUIDO SUPERIOR / INFERIOR		Orgânico	Orgânico	Orgânico				
	6	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS (% peso / ppm p)		Não	Não	Não				
	7	TIPO DE INTERFASE (1)		L-V	L-V	L-V				
	8	TEMPERATURA	°C	196.6	245	183.38				
	9	PRESSÃO	kg/cm² g	0.80	3.05	0.088				
10	PROPRIEDADES DO FLUIDO									
	DENSIDADE FASE SUP. @ P, T	kg/m³	-	-	-					
	VISCOSIDADE FASE SUP. @ T	cP / cSt	-	-	-					
11	DENSIDADE FASE INF. @ P, T	kg/m³	874.87	816	874.87					
12	VISCOSIDADE FASE INF. @ T	cP	0.35	0.25	0.35					
13	CARACTERÍSTICAS DO INSTRUMENTO									
14	TIPO ELEMENTO PRIMARIO									
15	SITUAÇÃO (2)		PL	PL	PL					
16	PONTOS CONSIGNA (NÍVEL NORMAL :) (3)		394	3000	559					
17	ALARME ALTO / MUITO ALTO	mm	-	3600	895					
18	ALARME BAIXO / MUITO BAIXO	mm	-	2400	223					
19	ENCRAVAMENTO ALTO / BAIXO	mm	-	-	-					
20	TRACEJADO, FLUSHING		-	-	-					
21	LOCALIZADO EM RECIPIENTE		C-6	C-7	C_8					
22	NOTAS :									
23	(1) Especificar se é líquido - líquido (L-L) ou líquido - vapor (L-V)									
24	(2) Indicar se o instrumento é local (L), painel (P) ou painel local (PL)									
25	(3) Indicar o nível normal em mm sobre LT o % intervalo medida e os pontos de consigna de ALARMEs e encravamentos nas mesmas unidades									
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
Rev.		Por								
Data		Aprovado								

PROJETO : Planta de produção de anilina		Instrumentos de vazão						
UNIDADE : Painel de controle		2 de 5						
R e v	INSTRUMENTOS DE VAZÃO							
	INSTRUMENTO Nº		FI-53	FIC-12	FI-60	FI-9	FI-54	FIC-17
2	SERVIÇO		Saída P-2	Saída K-2	Saída K-2	Saída E-3	Entrada C-	Saída P-4
3	CASO DE PROJETO							
4	DATOS GERAIS DE OPERAÇÃO							
5	NATUREZA DO FLUIDO		Fase aquosa	Fase gasosa	Fase gasosa	Orgânico	Orgânico	Orgânico
6	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS (% peso / ppm p)		Não	Não	Não	Não	Não	Não
7	FASE (1)		L	G	G	L-G	L	L
8	VAZÃO NORMAL LÍQUIDO @ 15,4 °C	m³/h	0,81	-	-	2,833	2,118	2,118
9	GAS @ 0°C y 1 atm.	Nm³/h	-	759	754,8	930,5	-	-
10	VAPOR DE AGUA	kg/h	-	-	-	-	-	-
11	VAZÃO MÍNIMA / MÁXIMA	%	60/120	60/120	60/120	60/120	60/120	60/120
12	TEMPERATURA ENTRADA	°C	44,22	201,4	201,5	46,99	44,22	44,22
13	PRESSÃO ENTRADA	kg/cm² g	0	2,12	2,12	0,69	0	0
14	PROPRIEDADES DO FLUIDO							
15	PESO MOLECULAR GAS		-	3,734	3,734	3,406	-	-
16	DENSIDADE LÍQUIDO @15,4 °C	Sp. Gr.	-	-	-	-	-	-
17	POUR POINT DO LIQUIDO	°C	-	-	-	-	-	-
18	DENSIDADE @ P, T	kg/m³	994,3	0,2931	0,2931	3,2	1002	1002
19	VISCOSIDADE @T	cP (G) / cSt (L)	0,67	11,9	11,9	1,3	2,159	2,159
20	CARACTERÍSTICAS DO INSTRUMENTO							
21	TIPO ELEMENTO PRIMÁRIO							
22	SITUAÇÃO (2)		PL	PL	PL	PL	PL	PL
23	PONTOS CONSIGNA (VAZÃO NORMAL : 100%)		-	-	-	-	-	-
24	ALARME ALTO / MUITO ALTO	%	-	-	-	-	-	-
25	ALARME BAIXO / MUITO BAIXO	%	-	60/-	-	-	-	60/-
26	ENCRAVAMENTO ALTO / BAIXO	%	-	-	-	-	-	-
27	TRACEJADO / DIA FRAGMA / FLUSHING		-	-	-	-	-	-
28	LOCALIZADO EM TAMANHO/ IDENTIFICAÇÃO TUBULAÇÃO		-	-	-	-	-	-
29	NOTAS :							
30	(1) Especificar se é gas (G), líquido (L) ou vapor de água (V).							
31	(2) Indicar se o instrumento é local (L), painel (P) ou painel local (PL).							
32								
33								
34								
Rev.		Por						
Data		Aprovado						

PROJETO : Planta de produção de anilina		Instrumentos de vazão	
UNIDADE : Painel de controle		Pág. 4 de 5	

R e v	INSTRUMENTOS DE VAZÃO							
	INSTRUMENTO Nº		FIC-26	FIC-27	FIC-34	FIC-38	FI-56	FI-41
2	SERVIÇO		Saída P-6	Saída P-5	Saída P-9	Entrada E-8	Saída C-7	Entrada E-7
3	CASO DE PROJETO							
4	DATOS GERAIS DE OPERAÇÃO							
5	NATUREZA DO FLUIDO		Orgânico	Aquoso	Orgânico	Vapor de água	Orgânico	Água de refrigeração
6	COMPOSTOS CORROSIVOS / TÓXICOS (% peso / ppm p)		Não	Não	Não	Não	Não	Não
7	FASE (1)		L	L	L	G	L	L
8	VAZÃO NORMAL LÍQUIDO @ 15,4 °C	m³/h	0.05	0.01	2.296	-	0.197	-
9	GAS @ 0°C y 1 atm.	Nm³/h	-	-	-	-	-	-
10	VAPOR DE AGUA	kg/h	-	-	-	-	-	-
11	VAZÃO MÍNIMA / MÁXIMA	%	60/120	60/120	60/120	60/120	60/120	60/120
12	TEMPERATURA ENTRADA	°C	103.7	103.7	196.6	297	245.69	21
13	PRESSÃO ENTRADA	kg/cm² g	0.19		2.53	8	3.04	8
14	PROPRIEDADES DO FLUIDO							
15	PESO MOLECULAR GAS		-	-	-	-	-	-
16	DENSIDADE LÍQUIDO @15,4 °C	Sp. Gr.	-	-	-	-	-	-
17	POUR POINT DO LIQUIDO	°C	-	-	-	-	-	-
18	DENSIDADE @ P, T	kg/m³	948.8	946.4	861.97	-	816.24	-
19	VISCOSIDADE @T	cP (G) / cSt (L)	0.8193	0.2919	0.407	-	0.309	-
20	CARACTERÍSTICAS DO INSTRUMENTO							
21	TIPO ELEMENTO PRIMÁRIO							
22	SITUACIÓN (2)		PL	PL	PL	PL	PL	PL
23	PONTOS CONSIGNA (VAZÃO NORMAL : 100%)		-	-	-	-	-	-
24	ALARME ALTO / MUITO ALTO	%		-	-	-	-	-
25	ALARME BAIXO / MUITO BAIXO	%	60/40	60/-	60/-	-	-	-
26	ENCRAVAMENTO ALTO / BAIXO	%	-/40	-	-	-	-	-
27	TRACEJADO / DIAFRAGMA / FLUSHING		-	-	-	-	-	-
28	LOCALIZADO EM TAMANHO/ IDENTIFICAÇÃO TUBULAÇÃO		-	-	-	-	-	-
29	NOTAS :							
30	(1) Especificar se é gas (G), líquido (L) ou vapor de água (V).							
31	(2) Indicar se o instrumento é local (L), painel (P) ou painel local (PL).							
32								
33								
34								

Rev.	Por								
Data	Aprovado								

11. Folhas de Especificação de Válvulas de Segurança

PROJETO : Produção de Anilina		Válvulas de segurança			
UNIDADE : PSV - 1		Pág. 1 de 1			
R e v	VÁLVULAS DE SEGURANÇA				
1	CARACTERÍSTICAS GERAIS				
2	VÁLVULA Nº		PSV - 1		
3	Nº REQUERIDO (SERVIÇO / RESERVA)		-		
4	EQUIPAMENTO(S) PROTEGIDO(S)		Recipiente C - 1		
5	PRESSÃO NORMAL DE OPERAÇÃO	kg/cm²g	3.158		
6	TEMPERATURA NORMAL DE OPERAÇÃO	°C	194.1		
7	PRESSÃO DE PROJETO MECÂNICO	kg/cm²g	4.908		
8	TEMPERATURA DE PROJETO MECÂNICO	°C	213.51		
9	NATUREZA DO FLUIDO		Orgânica		
10	COMPOSTOS CORROS. / TÓXICOS (% peso / ppm p)		-		
11	CASO DE PROJETO DA VÁLVULA (1)		-	-	-
12	CONDIÇÕES DE DESCARGA À ENTRADA DA VÁLVULA				
13	PRESSÃO DE ACIONAMENTO	kg/cm²g	2.8137	-	-
14	MÁXIMA SOBREPRESSÃO	%	10	-	-
15	PRES. DE DESCARGA (Pdisp+SOBREPRESSÃO)	kg/cm²g	3.09507	-	-
16	TEMPERATURA DE DESCARGA	°C	194.1	-	-
17	VAZÃO DE DESCARGA GAS OU VAPOR	kg/h	3019	-	-
18	PESO MOLECULAR	kg/kmol	20.69	-	-
19	Cp/Cv	-	1.197	-	-
20	FATOR DE COMPRESSIBILIDADE	-	1	-	-
21	VAZÃO DE DESCARGA LÍQUIDO @P,T (2)	m³/h	-	-	-
22	DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m³	-	-	-
23	VISCOSIDADE LÍQUIDO @P, T	cSt	-	-	-
24	CONDIÇÕES DE DESCARGA À SALIDA DA VÁLVULA				
25	TEMPERATURA	°C	270	-	-
26	VAZÃO DE GAS O VAPOR	kg/h	3019	-	-
27	PESO MOLECULAR	kg/kmol	24.28	-	-
28	FATOR DE COMPRESSIBILIDADE	-	1	-	-
29	VAZÃO DE LÍQUIDO @P,T	m³/h	-	-	-
30	DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m³	-	-	-
31	VÁLVULA DESCARGA A... (Atm/ tocha,...) (3)	-	tocha	tocha	tocha
32	CONTRAPRESSÃO SUPERIMPOSED	kg/cm²g	-	-	-
33	CONTRAPRESSÃO BUILT-UP	kg/cm²g	-	-	-
34	CONTRAPRESSÃO TOTAL / MÁXIMA	kg/cm²g	-	-	-
35	CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA				
36	PRESSÃO DE DISPARO (1ª VÁLVULA)	kg/cm²g	-	-	-
37	PRESSÃO DE DISPARO (outras)	kg/cm²g	-	-	-
38	BALANCEADA (sim/não)	~	-	-	-
39	PILOTADA (sim/não)	~	-	-	-
40	ÁREA CALCULADA / SELECCIONADA	polegadas 2	-	-	-
41	ORIFÍCIO API ESTIMADO	~	-	-	-
42	COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES				
43	MARCA E MODO DA VÁLVULA	kg/cm²g	-	-	-
44	PRESSÃO DE DISPARO	kg/cm²g	-	-	-
45	BALANCEADA (sim/não)	~	-	-	-
46	PILOTADA (sim/não)	~	-	-	-
47	ORIFÍCIO API INSTALADO	~	-	-	-
48	VALIDEZ DA VÁLVULA (4)	~	-	-	-
49	NOTAS :				
50	(1) Indicar caso considerado: fogo, bloqueio, exp. térmica, ruptura de tubos, sobreenchimento, falha de instrumentação falha elétrica local, falha elétrica geral, falha de refrigeração, falha de refluxo ou refluxo circulante, reação química, etc.				
51	(2) No caso de recipientes cheios de líquido, ademais da vazão de descarga, indicar-se-à vazão de líquido inicialmente deslocado e volumen total de líquido deslocado.				
52	(3) Comprovar "pour point" ou tendência a polimerizar do fluido.				
53	(4) Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.				
54					
55					
56					
57					
58					
Rev.		Por			
Data		Aprovado			

PROJETO : Produção de Anilina		Válvulas de segurança			
UNIDADE : PSV - 2		Pág. 1 de 1			

R e v	VÁLVULAS DE SEGURANÇA					
	CARACTERÍSTICAS GERAIS					
1	VÁLVULA Nº		PSV - 2			
2	Nº REQUERIDO (SERVIÇO / RESERVA)		-		-	
3	EQUIPAMENTO(S) PROTEGIDO (S)		Recipiente C - 1			
4	PRESSÃO NORMAL DE OPERAÇÃO	kg/cm²g	3.158			
5	TEMPERATURA NORMAL DE OPERAÇÃO	°C	194.1			
6	PRESSÃO DE PROJETO MECÂNICO	kg/cm²g	4.908			
7	TEMPERATURA DE PROJETO MECÂNICO	°C	213.51			
8	NATUREZA DO FLUIDO		Orgânica			
9	COMPOSTOS CORROS. / TÓXICOS (% peso / ppm p)		-			
10	CASO DE PROJETO DA VÁLVULA (1)		-	-	-	-
11	CONDIÇÕES DE DESCARGA À ENTRADA DA VÁLVULA					
12	PRESSÃO DE AÇIONAMENTO	kg/cm²g	2.8137	-	-	-
13	MÁXIMA SOBREPRESSÃO	%	10	-	-	-
14	PRES. DE DESCARGA (Pdisp+SOBREPRESSÃO)	kg/cm²g	3.09507	-	-	-
15	TEMPERATURA DE DESCARGA	°C	194.1	-	-	-
16	VAZÃO DE DESCARGA GAS OU VAPOR	kg/h	3019	-	-	-
17	PESO MOLECULAR	kg/kmol	20.69	-	-	-
18	Cp/Cv	-	1.197	-	-	-
19	FATOR DE COMPRESSIBILIDADE	-	1	-	-	-
20	VAZÃO DE DESCARGA LÍQUIDO @P,T (2)	m³/h	-	-	-	-
21	DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m³	-	-	-	-
22	VISCOSIDADE LÍQUIDO @P, T	cSt	-	-	-	-
23	CONDIÇÕES DE DESCARGA À SALIDA DA VÁLVULA					
24	TEMPERATURA	°C	270	-	-	-
25	VAZÃO DE GAS O VAPOR	kg/h	3019	-	-	-
26	PESO MOLECULAR	kg/kmol	24.28	-	-	-
27	FATOR DE COMPRESSIBILIDADE	-	1	-	-	-
28	VAZÃO DE LÍQUIDO @P,T	m³/h	-	-	-	-
29	DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m³	-	-	-	-
30	VÁLVULA DESCARGA A... (Atm/ tocha,...) (3)	-	tocha	tocha	tocha	tocha
31	CONTRA PRESSÃO SUPERIMPOSED	kg/cm²g	-	-	-	-
32	CONTRA PRESSÃO BUILT-UP	kg/cm²g	-	-	-	-
33	CONTRA PRESSÃO TOTAL / MÁXIMA	kg/cm²g	-	-	-	-
34	CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA					
35	PRESSÃO DE DISPARO (1ª VÁLVULA)	kg/cm²g	-	-	-	-
36	PRESSÃO DE DISPARO (outras)	kg/cm²g	-	-	-	-
37	BALANCEADA (sim/não)	~	-	-	-	-
38	PILOTADA (sim/não)	~	-	-	-	-
39	ÁREA CALCULADA / SELECCIONADA	polegadas 2	-	-	-	-
40	ORIFÍCIO API ESTIMADO	~	-	-	-	-
41	COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES					
42	MARCA E MODO DA VÁLVULA	kg/cm²g	-	-	-	-
43	PRESSÃO DE DISPARO	kg/cm²g	-	-	-	-
44	BALANCEADA (sim/não)	~	-	-	-	-
45	PILOTADA (sim/não)	~	-	-	-	-
46	ORIFÍCIO API INSTALADO	~	-	-	-	-
47	VALIDEZ DA VÁLVULA (4)	~	-	-	-	-
48	NOTAS :					
49	(1) Indicar caso considerado: fogo, bloqueio, exp. térmica, ruptura de tubos, sobreenchimento, falha de instrumentação falha elétrica local, falha elétrica geral, falha de refrigeração, falha de refluxo ou refluxo circulante, reação química, etc.					
50	(2) No caso de recipientes cheios de líquido, ademais da vazão de descarga, indicar-se-à vazão de líquido inicialmente deslocado e volumen total de líquido deslocado.					
51	(3) Comprovar "pour point" ou tendência a polimerizar do fluido.					
52	(4) Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.					
53						
54						
55						
56						
57						
58						

Rev.	Por						
Data	Aprovado						

PROJETO :	Produção de Anilina	Válvulas de segurança
UNIDADE :	PSV - 3	Pág. 1 de 1

R e v	VÁLVULAS DE SEGURANÇA						
	CARACTERÍSTICAS GERAIS						
1	VÁLVULA Nº		PSV - 3				
2	Nº REQUERIDO (SERVIÇO / RESERVA)		-		-		
3	EQUIPAMENTO(S) PROTEGIDO (S)		Recipiente C - 2				
4	PRESSÃO NORMAL DE OPERAÇÃO	kg/cm²g	1.032				
5	TEMPERATURA NORMAL DE OPERAÇÃO	°C	44.22				
6	PRESSÃO DE PROJETO MECÂNICO	kg/cm²g	2.782				
7	TEMPERATURA DE PROJETO MECÂNICO	°C	48.642				
8	NATUREZA DO FLUIDO		Orgânica				
9	COMPOSTOS CORROS. / TÓXICOS (% peso / ppm p)		-				
10	CASO DE PROJETO DA VÁLVULA (1)		-	-	-	-	-
11	CONDIÇÕES DE DESCARGA À ENTRADA DA VÁLVULA						
12	PRESSÃO DE AÇIONAMENTO	kg/cm²g	1.013	-	-	-	-
13	MÁXIMA SOBREPRESSÃO	%	10	-	-	-	-
14	PRES. DE DESCARGA (Pdisp+SOBREPRESSÃO)	kg/cm²g	1.1143	-	-	-	-
15	TEMPERATURA DE DESCARGA	°C	44.22	-	-	-	-
16	VAZÃO DE DESCARGA GAS OU VAPOR	kg/h	3019	-	-	-	-
17	PESO MOLECULAR	kg/kmol	3.724	-	-	-	-
18	Cp/Cv	-	1.389	-	-	-	-
19	FATOR DE COMPRESSIBILIDADE	-	1	-	-	-	-
20	VAZÃO DE DESCARGA LÍQUIDO @P,T (2)	m³/h	-	-	-	-	-
21	DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m³	-	-	-	-	-
22	VISCOSIDADE LÍQUIDO @P, T	cSt	-	-	-	-	-
23	CONDIÇÕES DE DESCARGA À SALIDA DA VÁLVULA						
24	TEMPERATURA	°C	34.76	-	-	-	-
25	VAZÃO DE GAS O VAPOR	kg/h	131	-	-	-	-
26	PESO MOLECULAR	kg/kmol	2.016	-	-	-	-
27	FATOR DE COMPRESSIBILIDADE	-	1	-	-	-	-
28	VAZÃO DE LÍQUIDO @P,T	m³/h	-	-	-	-	-
29	DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m³	-	-	-	-	-
30	VÁLVULA DESCARGA A... (Atm/ tocha,...) (3)	-	tocha	tocha	tocha	tocha	tocha
31	CONTRAPRESSÃO SUPERIMPOSED	kg/cm²g	-	-	-	-	-
32	CONTRAPRESSÃO BUILT-UP	kg/cm²g	-	-	-	-	-
33	CONTRAPRESSÃO TOTAL / MÁXIMA	kg/cm²g	-	-	-	-	-
34	CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA						
35	PRESSÃO DE DISPARO (1ª VÁLVULA)	kg/cm²g	-	-	-	-	-
36	PRESSÃO DE DISPARO (outras)	kg/cm²g	-	-	-	-	-
37	BALANCEADA (sim/não)	~	-	-	-	-	-
38	PILOTADA (sim/não)	~	-	-	-	-	-
39	ÁREA CALCULADA / SELECIONADA	polegadas 2	-	-	-	-	-
40	ORIFÍCIO API ESTIMADO	~	-	-	-	-	-
41	COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES						
42	MARCA E MODO DA VÁLVULA	kg/cm²g	-	-	-	-	-
43	PRESSÃO DE DISPARO	kg/cm²g	-	-	-	-	-
44	BALANCEADA (sim/não)	~	-	-	-	-	-
45	PILOTADA (sim/não)	~	-	-	-	-	-
46	ORIFÍCIO API INSTALADO	~	-	-	-	-	-
47	VALIDEZ DA VÁLVULA (4)	~	-	-	-	-	-
48	NOTAS :						
49	(1) Indicar caso considerado: fogo, bloqueio, exp. térmica, ruptura de tubos, sobreenchimento, falha de instrumentação falha elétrica local, falha elétrica geral, falha de refrigeração, falha de refluxo ou refluxo circulante, reação química, etc.						
50	(2) No caso de recipientes cheios de líquido, ademais da vazão de descarga, indicar-se-à vazão de líquido inicialmente deslocado e volumen total de líquido deslocado.						
51	(3) Comprovar "pour point" ou tendência a polimerizar do fluido.						
52	(4) Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.						
53							
54							
55							
56							
57							
58							
Rev.		Por					
Data		Aprovado					

PROJETO : Produção de Anilina		Válvulas de segurança			
UNIDADE : PSV - 4		Pág. 1 de 1			
R e v	VÁLVULAS DE SEGURANÇA				
	CARACTERÍSTICAS GERAIS				
1					
2	VÁLVULA Nº	PSV - 4			
3	Nº REQUERIDO (SERVIÇO / RESERVA)	-		-	
4	EQUIPAMENTO(S) PROTEGIDO (S)	Recipiente C - 3			
5	PRESSÃO NORMAL DE OPERAÇÃO	kg/cm ² g	0.998		
6	TEMPERATURA NORMAL DE OPERAÇÃO	°C	44.2		
7	PRESSÃO DE PROJETO MECÂNICO	kg/cm ² g	2.748		
8	TEMPERATURA DE PROJETO MECÂNICO	°C	48.62		
9	NATUREZA DO FLUIDO	Orgânica			
10	COMPOSTOS CORROS. / TÓXICOS (% peso / ppm p)	-			
11	CASO DE PROJETO DA VÁLVULA (1)	-	-	-	-
12	CONDIÇÕES DE DESCARGA À ENTRADA DA VÁLVULA				
13	PRESSÃO DE AÇIONAMENTO	kg/cm ² g	1.013	-	-
14	MÁXIMA SOBREPRESSÃO	%	10	-	-
15	PRES. DE DESCARGA (Pdisp+SOBREPRESSÃO)	kg/cm ² g	1.1143	-	-
16	TEMPERATURA DE DESCARGA	°C	44.2	-	-
17	VAZÃO DE DESCARGA GAS OU VAPOR	kg/h	-	-	-
18	PESO MOLECULAR	kg/kmol	-	-	-
19	Cp/Cv	-	-	-	-
20	FATOR DE COMPRESSIBILIDADE	-	-	-	-
21	VAZÃO DE DESCARGA LÍQUIDO @P,T (2)	m ³ /h	2120	-	-
22	DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	1001	-	-
23	VISCOSIDADE LÍQUIDO @P, T	cSt	2.159	-	-
24	CONDIÇÕES DE DESCARGA À SALIDA DA VÁLVULA				
25	TEMPERATURA	°C	44.2	-	-
26	VAZÃO DE GAS O VAPOR	kg/h	-	-	-
27	PESO MOLECULAR	kg/kmol	-	-	-
28	FATOR DE COMPRESSIBILIDADE	-	-	-	-
29	VAZÃO DE LÍQUIDO @P,T	m ³ /h	2120	-	-
30	DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	1001	-	-
31	VÁLVULA DESCARGA A... (Atm/ tocha,...) (3)	-	tocha	tocha	tocha
32	CONTRAPRESSÃO SUPERIMPOSED	kg/cm ² g	-	-	-
33	CONTRAPRESSÃO BUILT-UP	kg/cm ² g	-	-	-
34	CONTRAPRESSÃO TOTAL / MÁXIMA	kg/cm ² g	-	-	-
35	CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA				
36	PRESSÃO DE DISPARO (1ª VÁLVULA)	kg/cm ² g	-	-	-
37	PRESSÃO DE DISPARO (outras)	kg/cm ² g	-	-	-
38	BALANCEADA (sim/não)	~	-	-	-
39	PILOTADA (sim/não)	~	-	-	-
40	ÁREA CALCULADA / SELECIONADA	polegadas 2	-	-	-
41	ORIFÍCIO API <u>ESTIMADO</u>	~	-	-	-
42	COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES				
43	MARCA E MODO DA VÁLVULA	kg/cm ² g	-	-	-
44	PRESSÃO DE DISPARO	kg/cm ² g	-	-	-
45	BALANCEADA (sim/não)	~	-	-	-
46	PILOTADA (sim/não)	~	-	-	-
47	ORIFÍCIO API INSTALADO	~	-	-	-
48	VALIDEZ DA VÁLVULA (4)	~	-	-	-
49	NOTAS :				
50	(1) Indicar caso considerado: fogo, bloqueio, exp. térmica, ruptura de tubos, sobreenchimento, falha de instrumentação falha elétrica local, falha elétrica geral, falha de refrigeração, falha de refluxo ou refluxo circulante, reação química, etc.				
51	(2) No caso de recipientes cheios de líquido, ademais da vazão de descarga, indicar-se-à vazão de líquido inicialmente deslocado e volumen total de líquido deslocado.				
52	(3) Comprovar "pour point" ou tendência a polimerizar do fluido.				
53	(4) Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.				
54					
55					
56					
57					
58					
Rev.		Por			
Data		Aprovado			

PROJETO : Produção de Anilina		Válvulas de segurança			
UNIDADE : PSV - 5		Pág. 1 de 1			
R e v	VÁLVULAS DE SEGURANÇA				
	CARACTERÍSTICAS GERAIS				
1	VÁLVULA Nº		PSV - 5		
2	Nº REQUERIDO (SERVIÇO / RESERVA)		-		
3	EQUIPAMENTO(S) PROTEGIDO (S)		Recipiente C - 4		
4	PRESSÃO NORMAL DE OPERAÇÃO	kg/cm ² g	2.24		
5	TEMPERATURA NORMAL DE OPERAÇÃO	°C	144		
6	PRESSÃO DE PROJETO MECÂNICO	kg/cm ² g	3.99		
7	TEMPERATURA DE PROJETO MECÂNICO	°C	158.4		
8	NATUREZA DO FLUIDO		Orgânica		
9	COMPOSTOS CORROS. / TÓXICOS (% peso / ppm p)		-		
10	CASO DE PROJETO DA VÁLVULA (1)		-	-	-
11	CONDIÇÕES DE DESCARGA À ENTRADA DA VÁLVULA				
12	PRESSÃO DE ACIONAMENTO	kg/cm ² g	2.572	-	-
13	MÁXIMA SOBREPRESSÃO	%	10	-	-
14	PRES. DE DESCARGA (P _{disp} +SOBREPRESSÃO)	kg/cm ² g	2.8292	-	-
15	TEMPERATURA DE DESCARGA	°C	144	-	-
16	VAZÃO DE DESCARGA GAS OU VAPOR	kg/h	2120	-	-
17	PESO MOLECULAR	kg/kmol	27.44	-	-
18	C _p /C _v	-	1.19	-	-
19	FATOR DE COMPRESSIBILIDADE	-	1	-	-
20	VAZÃO DE DESCARGA LÍQUIDO @P,T (2)	m ³ /h	-	-	-
21	DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	-	-	-
22	VISCOSIDADE LÍQUIDO @P, T	cSt	-	-	-
23	CONDIÇÕES DE DESCARGA À SALIDA DA VÁLVULA				
24	TEMPERATURA	°C	207	-	-
25	VAZÃO DE GAS O VAPOR	kg/h	-	-	-
26	PESO MOLECULAR	kg/kmol	-	-	-
27	FATOR DE COMPRESSIBILIDADE	-	-	-	-
28	VAZÃO DE LÍQUIDO @P,T	m ³ /h	2120	-	-
29	DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	849.3	-	-
30	VÁLVULA DESCARGA A... (Atm/ tocha,...) (3)	-	tocha	tocha	tocha
31	CONTRAPRESSÃO SUPERIMPOSED	kg/cm ² g	-	-	-
32	CONTRAPRESSÃO BUILT-UP	kg/cm ² g	-	-	-
33	CONTRAPRESSÃO TOTAL / MÁXIMA	kg/cm ² g	-	-	-
34	CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA				
35	PRESSÃO DE DISPARO (1ª VÁLVULA)	kg/cm ² g	-	-	-
36	PRESSÃO DE DISPARO (outras)	kg/cm ² g	-	-	-
37	BALANCEADA (sim/não)	~	-	-	-
38	PILOTADA (sim/não)	~	-	-	-
39	ÁREA CALCULADA / SELECIONADA	polegadas 2	-	-	-
40	ORIFÍCIO API <u>ESTIMADO</u>	~	-	-	-
41	COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES				
42	MARCA E MODO DA VÁLVULA	kg/cm ² g	-	-	-
43	PRESSÃO DE DISPARO	kg/cm ² g	-	-	-
44	BALANCEADA (sim/não)	~	-	-	-
45	PILOTADA (sim/não)	~	-	-	-
46	ORIFÍCIO API INSTALADO	~	-	-	-
47	VALIDEZ DA VÁLVULA (4)	~	-	-	-
48	NOTAS :				
49	(1) Indicar caso considerado: fogo, bloqueio, exp. térmica, ruptura de tubos, sobreenchimento, falha de instrumentação falha elétrica local, falha elétrica geral, falha de refrigeração, falha de refluxo ou refluxo circulante, reação química, etc.				
50	(2) No caso de recipientes cheios de líquido, ademais da vazão de descarga, indicar-se-à vazão de líquido inicialmente deslocado e volumen total de líquido deslocado.				
51	(3) Comprovar "pour point" ou tendência a polimerizar do fluido.				
52	(4) Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.				
53					
54					
55					
56					
57					
58					
Rev.		Por			
Data		Aprovado			

PROJETO : Produção de Anilina		Válvulas de segurança			
UNIDADE : PSV - 6		Pág. 1 de 1			
Rev	VÁLVULAS DE SEGURANÇA				
1	CARACTERÍSTICAS GERAIS				
2	VÁLVULA Nº	PSV - 6			
3	Nº REQUERIDO (SERVIÇO / RESERVA)	-	-		
4	EQUIPAMENTO(S) PROTEGIDO (S)	Recipiente C - 5			
5	PRESSÃO NORMAL DE OPERAÇÃO	kg/cm ² g	2.24		
6	TEMPERATURA NORMAL DE OPERAÇÃO	°C	144		
7	PRESSÃO DE PROJETO MECÂNICO	kg/cm ² g	3.99		
8	TEMPERATURA DE PROJETO MECÂNICO	°C	158.4		
9	NATUREZA DO FLUIDO	Orgânica			
10	COMPOSTOS CORROS. / TÓXICOS (% peso / ppm p)	-			
11	CASO DE PROJETO DA VÁLVULA (1)	-	-	-	-
12	CONDIÇÕES DE DESCARGA À ENTRADA DA VÁLVULA				
13	PRESSÃO DE AÇIONAMENTO	kg/cm ² g	1.96	-	-
14	MÁXIMA SOBREPRESSÃO	%	10	-	-
15	PRES. DE DESCARGA (Pdis+SOBREPRESSÃO)	kg/cm ² g	2.156	-	-
16	TEMPERATURA DE DESCARGA	°C	144	-	-
17	VAZÃO DE DESCARGA GAS OU VAPOR	kg/h	2120	-	-
18	PESO MOLECULAR	kg/kmol	27.44	-	-
19	Cp/Cv	-	1.19	-	-
20	FATOR DE COMPRESSIBILIDADE	-	1	-	-
21	VAZÃO DE DESCARGA LÍQUIDO @P,T (2)	m ³ /h	-	-	-
22	DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	-	-	-
23	VISCOSIDADE LÍQUIDO @P, T	cSt	-	-	-
24	CONDIÇÕES DE DESCARGA À SALIDA DA VÁLVULA				
25	TEMPERATURA	°C	207	-	-
26	VAZÃO DE GAS O VAPOR	kg/h	-	-	-
27	PESO MOLECULAR	kg/kmol	-	-	-
28	FATOR DE COMPRESSIBILIDADE	-	-	-	-
29	VAZÃO DE LÍQUIDO @P,T	m ³ /h	1130	-	-
30	DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	946.4	-	-
31	VÁLVULA DESCARGA A... (Atm/ tocha,...) (3)	-	tocha	tocha	tocha
32	CONTRAPRESSÃO SUPERIMPOSED	kg/cm ² g	-	-	-
33	CONTRAPRESSÃO BUILT-UP	kg/cm ² g	-	-	-
34	CONTRAPRESSÃO TOTAL / MÁXIMA	kg/cm ² g	-	-	-
35	CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA				
36	PRESSÃO DE DISPARO (1ª VÁLVULA)	kg/cm ² g	-	-	-
37	PRESSÃO DE DISPARO (outras)	kg/cm ² g	-	-	-
38	BALANCEADA (sim/não)	~	-	-	-
39	PILOTADA (sim/não)	~	-	-	-
40	ÁREA CALCULADA / SELECCIONADA	polegadas 2	-	-	-
41	ORIFÍCIO API ESTIMADO	~	-	-	-
42	COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES				
43	MARCA E MODO DA VÁLVULA	kg/cm ² g	-	-	-
44	PRESSÃO DE DISPARO	kg/cm ² g	-	-	-
45	BALANCEADA (sim/não)	~	-	-	-
46	PILOTADA (sim/não)	~	-	-	-
47	ORIFÍCIO API INSTALADO	~	-	-	-
48	VALIDEZ DA VÁLVULA (4)	~	-	-	-
49	NOTAS :				
50	(1) Indicar caso considerado: fogo, bloqueio, exp. térmica, ruptura de tubos, sobreenchimento, falha de instrumentação falha elétrica local, falha elétrica geral, falha de refrigeração, falha de refluxo ou refluxo circulante, reação química, etc.				
51	(2) No caso de recipientes cheios de líquido, ademais da vazão de descarga, indicar-se-à vazão de líquido inicialmente deslocado e volumen total de líquido deslocado.				
52	(3) Comprovar "pour point" ou tendência a polimerizar do fluido.				
53	(4) Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.				
54					
55					
56					
57					
58					
Rev.	Por				
Data	Aprovado				

PROJETO :	Produção de Anilina	Válvulas de segurança
UNIDADE :	PSV - 8	Pág. 1 de 1

R e v	VÁLVULAS DE SEGURANÇA						
	CARACTERÍSTICAS GERAIS						
1	VÁLVULA Nº		PSV - 8				
2	Nº REQUERIDO (SERVIÇO / RESERVA)		-		-		
3	EQUIPAMENTO(S) PROTEGIDO (S)		Recipiente C - 7				
4	PRESSÃO NORMAL DE OPERAÇÃO	kg/cm²g	2.498				
5	TEMPERATURA NORMAL DE OPERAÇÃO	°C	196.6				
6	PRESSÃO DE PROJETO MECÂNICO	kg/cm²g	4.248				
7	TEMPERATURA DE PROJETO MECÂNICO	°C	216.26				
8	NATUREZA DO FLUIDO		Orgânica				
9	COMPOSTOS CORROS. / TÓXICOS (% peso / ppm p)		-				
10	CASO DE PROJETO DA VÁLVULA (1)		-	-	-	-	-
11	CONDIÇÕES DE DESCARGA À ENTRADA DA VÁLVULA						
12	PRESSÃO DE AÇIONAMENTO	kg/cm²g	4.85	-	-	-	-
13	MÁXIMA SOBREPRESSÃO	%	10	-	-	-	-
14	PRES. DE DESCARGA (Pdisp+SOBREPRESSÃO)	kg/cm²g	5.335	-	-	-	-
15	TEMPERATURA DE DESCARGA	°C	196.6	-	-	-	-
16	VAZÃO DE DESCARGA GAS OU VAPOR	kg/h	-	-	-	-	-
17	PESO MOLECULAR	kg/kmol	-	-	-	-	-
18	Cp/Cv	-	-	-	-	-	-
19	FATOR DE COMPRESSIBILIDADE	-	-	-	-	-	-
20	VAZÃO DE DESCARGA LÍQUIDO @P,T (2)	m³/h	1979.3	-	-	-	-
21	DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m³	861.97	-	-	-	-
22	VISCOSIDADE LÍQUIDO @P, T	cSt	0.3509	-	-	-	-
23	CONDIÇÕES DE DESCARGA À SALIDA DA VÁLVULA						
24	TEMPERATURA	°C	245.72	-	-	-	-
25	VAZÃO DE GAS O VAPOR	kg/h	-	-	-	-	-
26	PESO MOLECULAR	kg/kmol	-	-	-	-	-
27	FATOR DE COMPRESSIBILIDADE	-	-	-	-	-	-
28	VAZÃO DE LÍQUIDO @P,T	m³/h	1979.3	-	-	-	-
29	DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m³	816.209	-	-	-	-
30	VÁLVULA DESCARGA A... (Atm / tocha,...) (3)	-	tocha	tocha	tocha	tocha	tocha
31	CONTRAPRESSÃO SUPERIMPOSED	kg/cm²g	-	-	-	-	-
32	CONTRAPRESSÃO BUILT-UP	kg/cm²g	-	-	-	-	-
33	CONTRAPRESSÃO TOTAL / MÁXIMA	kg/cm²g	-	-	-	-	-
34	CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA						
35	PRESSÃO DE DISPARO (1ª VÁLVULA)	kg/cm²g	-	-	-	-	-
36	PRESSÃO DE DISPARO (outras)	kg/cm²g	-	-	-	-	-
37	BALANCEADA (sim/não)	~	-	-	-	-	-
38	PILOTADA (sim/não)	~	-	-	-	-	-
39	ÁREA CALCULADA / SELECIONADA	polegadas 2	-	-	-	-	-
40	ORIFÍCIO API ESTIMADO	~	-	-	-	-	-
41	COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES						
42	MARCA E MODO DA VÁLVULA	kg/cm²g	-	-	-	-	-
43	PRESSÃO DE DISPARO	kg/cm²g	-	-	-	-	-
44	BALANCEADA (sim/não)	~	-	-	-	-	-
45	PILOTADA (sim/não)	~	-	-	-	-	-
46	ORIFÍCIO API INSTALADO	~	-	-	-	-	-
47	VALIDEZ DA VÁLVULA (4)	~	-	-	-	-	-
48	NOTAS :						
49	(1) Indicar caso considerado: fogo, bloqueio, exp. térmica, ruptura de tubos, sobreenchimento, falha de instrumentação falha elétrica local, falha elétrica geral, falha de refrigeração, falha de refluxo ou refluxo circulante, reação química, etc.						
50	(2) No caso de recipientes cheios de líquido, ademais da vazão de descarga, indicar-se-à vazão de líquido inicialmente deslocado e volumen total de líquido deslocado.						
51	(3) Comprovar "pour point" ou tendência a polimerizar do fluido.						
52	(4) Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.						
53							
54							
55							
56							
57							
58							
Rev.		Por					
Data		Aprovado					

PROJETO : Produção de Anilina		Válvulas de segurança			
UNIDADE : PSV - 9		Pág. 1 de 1			
R e v	VÁLVULAS DE SEGURANÇA				
1	CARACTERÍSTICAS GERAIS				
2	VÁLVULA Nº		PSV - 9		
3	Nº REQUERIDO (SERVIÇO / RESERVA)		-		-
4	EQUIPAMENTO(S) PROTEGIDO (S)		Recipiente C - 8		
5	PRESSÃO NORMAL DE OPERAÇÃO	kg/cm ² g	2.498		
6	TEMPERATURA NORMAL DE OPERAÇÃO	°C	196.6		
7	PRESSÃO DE PROJETO MECÂNICO	kg/cm ² g	4.248		
8	TEMPERATURA DE PROJETO MECÂNICO	°C	216.26		
9	NATUREZA DO FLUIDO		Orgânica		
10	COMPOSTOS CORROS. / TÓXICOS (% peso / ppm p)		-		
11	CASO DE PROJETO DA VÁLVULA (1)		-	-	-
12	CONDIÇÕES DE DESCARGA À ENTRADA DA VÁLVULA				
13	PRESSÃO DE ACIONAMENTO	kg/cm ² g	2.75	-	-
14	MÁXIMA SOBREPRESSÃO	%	10	-	-
15	PRES. DE DESCARGA (Pdis+p+SOBREPRESSÃO)	kg/cm ² g	3.025	-	-
16	TEMPERATURA DE DESCARGA	°C	196.6	-	-
17	VAZÃO DE DESCARGA GAS OU VAPOR	kg/h	-	-	-
18	PESO MOLECULAR	kg/kmol	-	-	-
19	Cp/Cv	-	-	-	-
20	FATOR DE COMPRESSIBILIDADE	-	-	-	-
21	VAZÃO DE DESCARGA LÍQUIDO @P,T (2)	m ³ /h	1979.3	-	-
22	DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	861.97	-	-
23	VISCOSIDADE LÍQUIDO @P, T	cSt	0.3509	-	-
24	CONDIÇÕES DE DESCARGA À SALIDA DA VÁLVULA				
25	TEMPERATURA	°C	183.38	-	-
26	VAZÃO DE GAS O VAPOR	kg/h	-	-	-
27	PESO MOLECULAR	kg/kmol	-	-	-
28	FATOR DE COMPRESSIBILIDADE	-	-	-	-
29	VAZÃO DE LÍQUIDO @P,T	m ³ /h	1979.3	-	-
30	DENSIDADE LÍQUIDO @P, T	kg/m ³	874.87	-	-
31	VÁLVULA DESCARGA A... (Atm / tocha,...) (3)	-	tocha	tocha	tocha
32	CONTRA PRESSÃO SUPERIMPOSED	kg/cm ² g	-	-	-
33	CONTRA PRESSÃO BUILT-UP	kg/cm ² g	-	-	-
34	CONTRA PRESSÃO TOTAL / MÁXIMA	kg/cm ² g	-	-	-
35	CARACTERÍSTICAS DA VÁLVULA				
36	PRESSÃO DE DISPARO (1ª VÁLVULA)	kg/cm ² g	-	-	-
37	PRESSÃO DE DISPARO (outras)	kg/cm ² g	-	-	-
38	BALANCEADA (sim/não)	~	-	-	-
39	PILOTADA (sim/não)	~	-	-	-
40	ÁREA CALCULADA / SELECIONADA	polegadas 2	-	-	-
41	ORIFÍCIO API <u>ESTIMADO</u>	~	-	-	-
42	COMPROVAÇÃO PARA VÁLVULAS EXISTENTES				
43	MARCA E MODO DA VÁLVULA	kg/cm ² g	-	-	-
44	PRESSÃO DE DISPARO	kg/cm ² g	-	-	-
45	BALANCEADA (sim/não)	~	-	-	-
46	PILOTADA (sim/não)	~	-	-	-
47	ORIFÍCIO API INSTALADO	~	-	-	-
48	VALIDEZ DA VÁLVULA (4)	~	-	-	-
49	NOTAS :				
50	(1) Indicar caso considerado: fogo, bloqueio, exp. térmica, ruptura de tubos, sobreenchimento, falha de instrumentação falha elétrica local, falha elétrica geral, falha de refrigeração, falha de refluxo ou refluxo circulante, reação química, etc.				
51	(2) No caso de recipientes cheios de líquido, ademais da vazão de descarga, indicar-se-à vazão de líquido inicialmente deslocado e volumen total de líquido deslocado.				
52	(3) Comprovar "pour point" ou tendência a polimerizar do fluido.				
53	(4) Indicar se é válida ou não válida. NÃO VÁLIDA poderá indicar mudança da válvula ou modificações na mesma.				
54					
55					
56					
57					
58					
Rev.		Por			
Data		Aprovado			

12. Alarmes e Travas

Os alarmes são sinais, sonoros ou luminosos, que se ativam quando alguma variável de interesse está fora do limite desejado. O principal objetivo desse dispositivo é informar ao responsável pela planta que o processo passa por flutuações indesejadas e que pode ser necessário optar por medidas corretoras. Esses devem ser instalados para monitorar variáveis de extrema importância para o bom andamento da planta, não sendo recomendada a utilização de muitos equipamentos, para que sua importância seja preservada^[16]. No projeto desenvolvido, esses dispositivos foram instalados de forma estratégica para o controle e segurança da planta. A maioria dos alarmes se concentra no leito fluidizado e nas colunas de destilação, pois são as unidades mais sensíveis às variações das condições estabelecidas. Além, dos equipamentos citados todos os recipientes possuem alarmes que monitoram seus níveis para garantir fluxo constante entre as unidades da planta. Na Tabela 4 são encontrados todos os alarmes sugeridos no projeto.

Tabela 4. Alarmes disponíveis na planta de produção de anilina.

Instrumento Associado	Tipo de Alarme	Descrição
FIC 7	FAL	Baixa vazão na saída da turbina K-1
FIC 1	FAL	Baixa vazão na saída de P-1
FC 2	FAL	Baixa vazão do fluido de aquecimento em E-1
TIC 8	TAHH	Muita alta temperatura no recipiente C-1
TIC 8	TAH	Alta temperatura no recipiente C-1
PI 52	PAH	Alta pressão no recipiente C-1
FC 9	FAL	Baixa vazão do fluido de aquecimento em E-3
LC 14	LAH	Nível alto no recipiente C-2
LC 14	LAL	Nível baixo no recipiente C-2
FIC 12	FAL	Baixa vazão na saída do compressor K-2
FIC 17	FAL	Baixa vazão na saída da bomba P – 4
TIC 21	TAL	Baixa temperatura na saída de E-4
PIC 22	PAH	Alta pressão no recipiente C-4

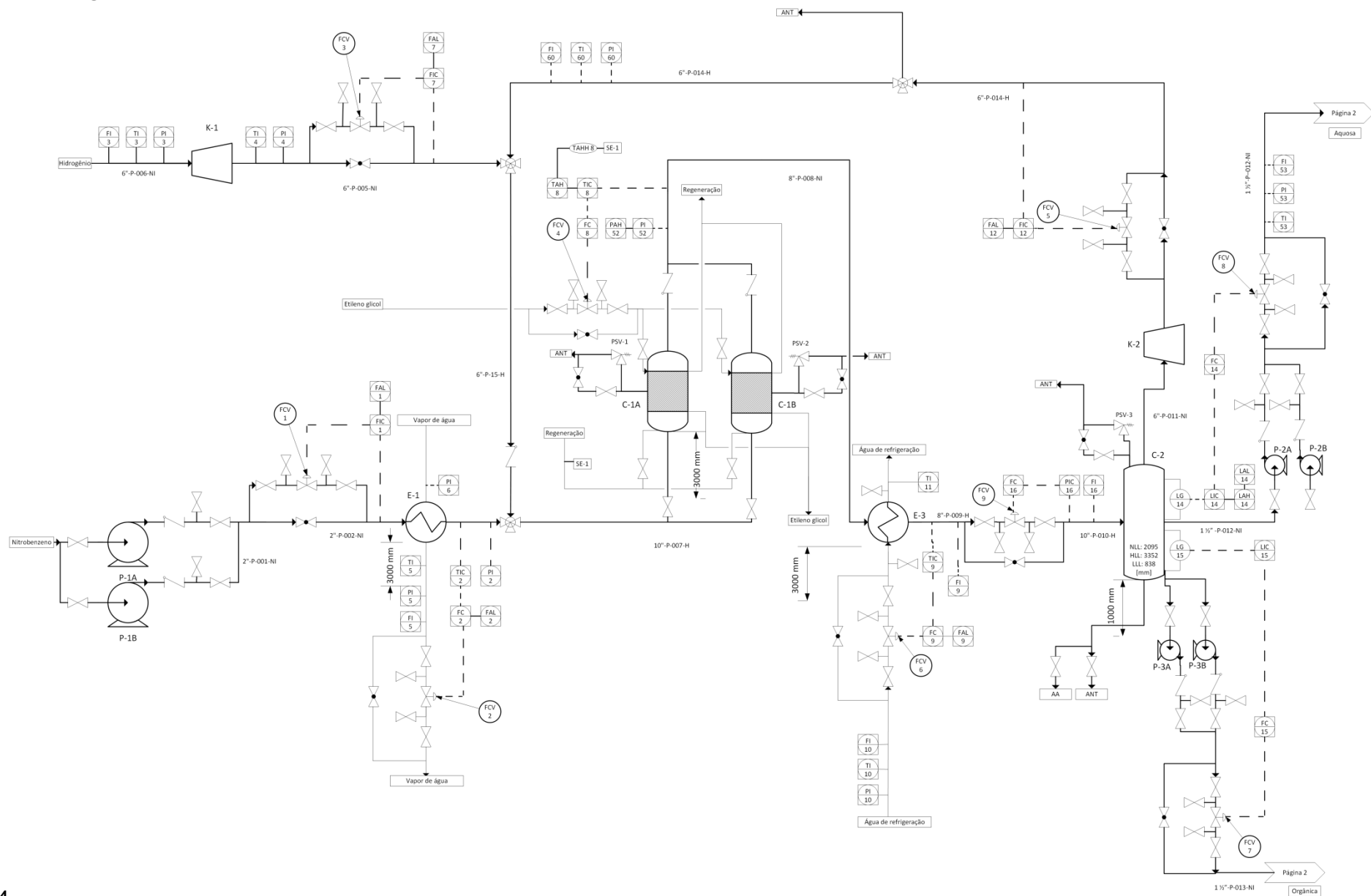
FIC 27	FAL	Baixa vazão de refluxo leve no recipiente C-4
FIC 27	FALL	Muito baixa vazão de refluxo leve no recipiente C-4
FIC 26	FAL	Baixa vazão de refluxo pesado no recipiente C-4
FIC 26	FALL	Muito baixa vazão de refluxo pesado no recipiente C-4
LIC 25	LAH	Nível alto no recipiente C-4
LIC 25	LAL	Nível baixo no recipiente C-4
LIC 31	LAH	Nível alto no recipiente C-5
LIC 31	LAL	Nível baixo no recipiente C-5
LIC 5	LALL	Nível muito baixo no recipiente C-5
FIC 34	FAL	Baixa vazão na saída da bomba P-9
PI 40	PAH	Alta pressão no recipiente C-7
FIC 45	FAL	Baixa vazão de refluxo no recipiente C-7
FIC 45	FALL	Muito baixa vazão de refluxo no recipiente C-7
LIC 39	FAL	Nível alto no recipiente C-7
LIC 39	FALL	Nível baixo no recipiente C-7
LIC 44	LAH	Nível alto no recipiente C-8
LIC 44	LAL	Nível baixo no recipiente C-8

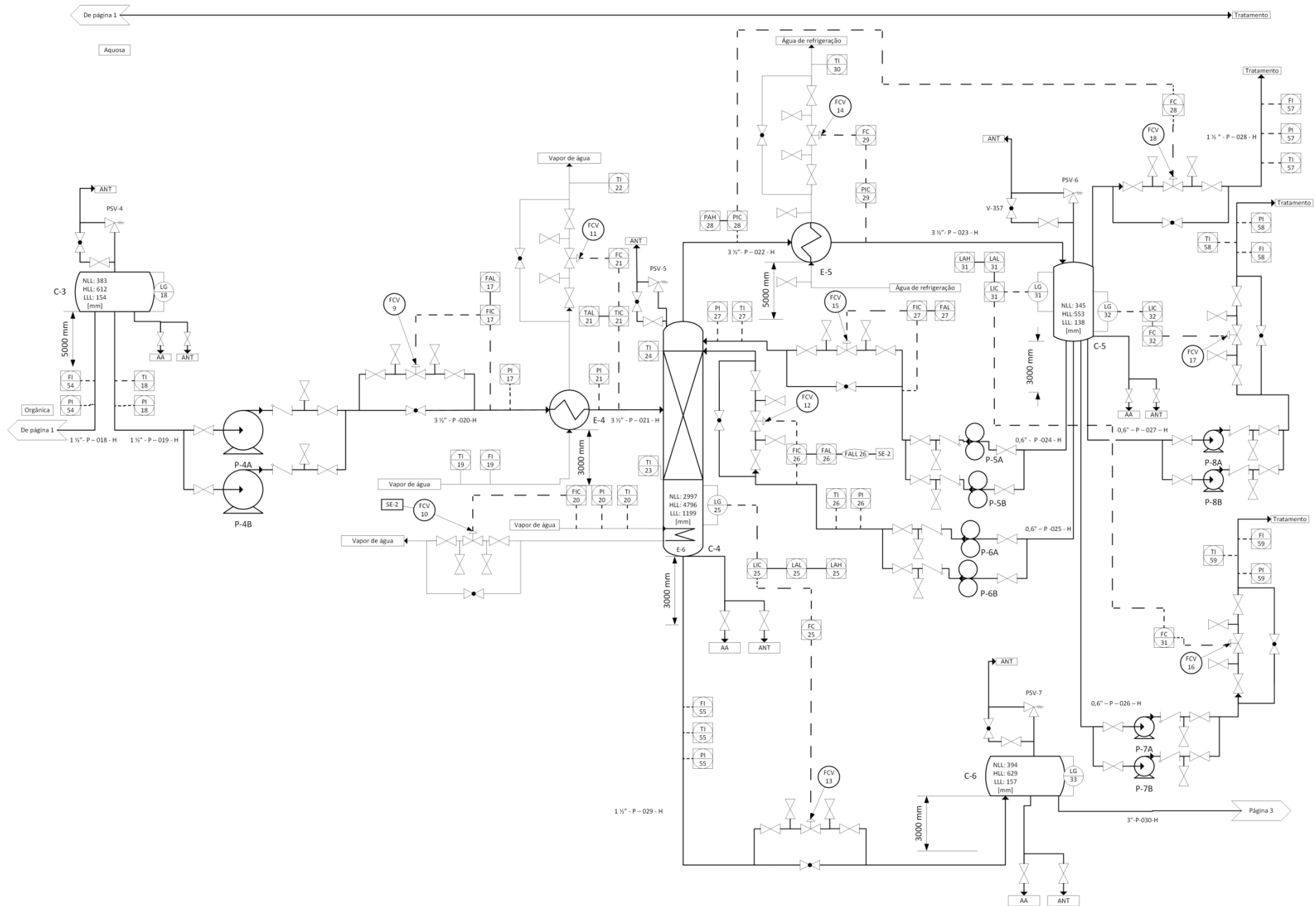
Além dos alarmes, outra medida de segurança sugerida são os encravamentos. Esses são ativados quando a variável monitorada pelo alarme está muito alta ou muito baixa. Nesses casos, o encravamento é responsável por abrir ou fechar uma válvula de forma a deixar a planta em uma situação segura^[16]. Na planta de produção de anilina, três encravamentos são sugeridos e estão localizados no leio fluidizado e nas colunas de destilação. Caso a temperatura do reator fique muito elevada ou os refluxos das colunas de destilação operem de forma indevida, os encravamentos, individuais de cada unidade, se encarregam de colocar a planta em uma situação segura. Todos os encravamentos do processo bem como suas implicações se encontram na tabela 5.

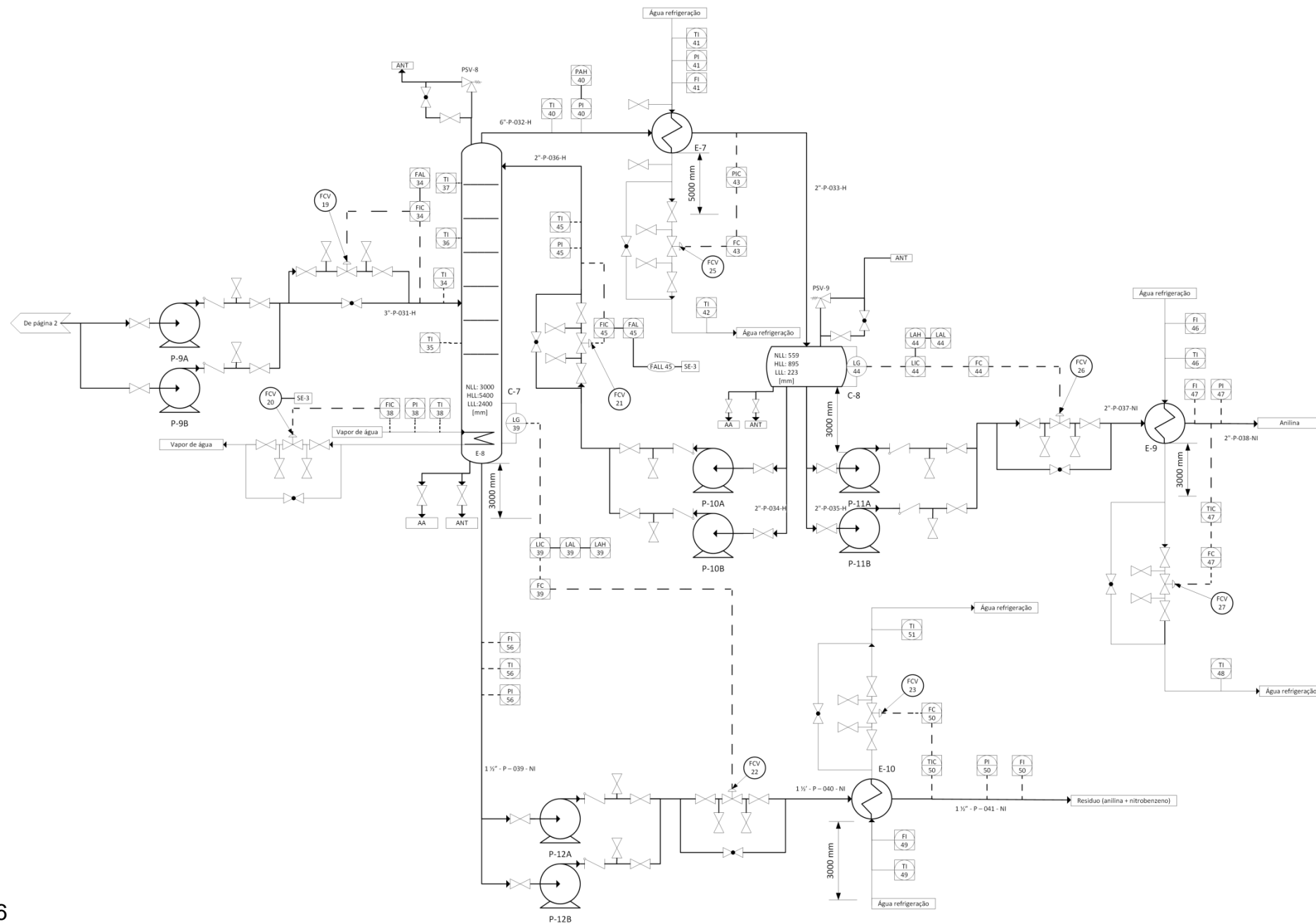
Tabela 5. Sistema de encravamento da planta de produção de anilina.

Instrumento Associado	Tipo de Alarme	Encravamento	Proteção	Sinal	Ação Corretora
TIC 8	TAHH	SE - 1	Recipiente C-1	Alta temperatura em C-1	Inserir vapor inerte no recipiente C-1
FIC 26	FALL	SE - 2	Recipiente C-4	Muita baixa vazão de refluxo em C-4	Parar o fornecimento de vapor em E-6 fechando a válvula FCV-10
FIC 45	FALL	SE - 3	Recipiente C-7	Muita baixa vazão de refluxo em C-7	Parar o fornecimento de vapor em E-8 fechando a válvula FCV-20

13. Diagramas Mecânicos de Processo







14. Investimentos, Rendas, Custos e Rentabilidade

14.1. Nível de Acurácia

Engenharia econômica é aplicada em diversos níveis visando estimar os gastos necessários para proceder com a compra e instalação dos equipamentos de uma planta química. Estimativas muito precisas têm uma acurácia em torno de $\pm 10\%$. Em projetos que tenham uma estimativa de custo de centenas de milhões, uma longa série de estudos do escopo do processo devem ser feitas para analisar a rentabilidade da planta. ^[18]

Antes de o projeto ser posto em prática, foi necessário fazer a análise econômica com um levantamento dos investimentos, rendas, custos e rentabilidade do projeto. O engenheiro deve ser capaz de fazer essas estimativas para estimar qual a melhor alternativa do projeto sugerindo ações para que funcione em um ótimo econômico ou o mais próximo possível deste. A avaliação econômica é feita visando garantir a rentabilidade de um projeto, essa será aceitável se for maior o valor atualizado líquido for maior do que 0 (zero) o que torna o processo financeiramente atrativo.

Nesse projeto procuramos estimar o custo com relação aos parâmetros operacionais dos equipamentos que compõem a planta. Para tal seguimos algumas etapas como o dimensionamento dos equipamentos, seu custo de compra e instalação, o custo gerado com os consumos de energia englobando o vapor, eletricidade e refrigeração, custo com serviços auxiliares como mão de obra, manutenção e seguro e os custos com matéria prima para obtenção do produto final.

14.2. Sumário das Correlações Utilizadas para Cálculo de Custo

Para uma análise preliminar usamos as correlações de Guthrie.^[18,19] Definimos o material de fabricação de cada equipamento de acordo com o fluido que ele deve transportar, observando se há possibilidade de ocorrer alguma reação ou não, e a pressão que o mesmo irá aguentar.

Cada equipamento utilizado na planta deve ser dimensionado, logo, diâmetros e alturas dos vasos de pressão tais como reatores, colunas e tanques necessariamente devem ser estimados assim como as áreas dos trocadores de calor e as potências das bombas e compressores. Nesse projeto utilizamos um reator de leito fluidizado com recheio catalítico e colunas com pratos e empacotadas que também devem ser estimados de acordo com seu diâmetro e/ou altura de separação entre os pratos. ^[19]

14.2.1. Trocadores de Calor

Correlação utilizada para fabricação completa de trocadores casca e tubo.

$$\text{Preço de compra, \$} = \left(\frac{M \& S}{280} \right) \cdot (101,3 \cdot A^{0,65} \cdot F_c)$$

Em que A = área (ft²): 200 < A < 5000

$$F_c = (F_d + F_p) \cdot F_m$$

$$\text{Preço Equipamento instalado, \$} = \left(\frac{M \& S}{280} \right) \cdot (101,3 \cdot A^{0,65} (2,29 + F_c))$$

Tabela 6. Fatores de correção para trocadores de calor.

Área superficial	CS/CS	CS/MO	CS/SS	SS/SS	CS/MO	MO/MO	CS/T	T/T
10 ³ - 5000	1,00	1,300	2,81	3,75	3,10	4,25	8,95	13,05

Tabela 7. Fatores de correção para trocadores de calor.

Tipo de Design	F _d
Kettle, Reboiler	1,35
Cabeçote Flutuante	1,00
U-tube	0,85

Tabela 7. Fatores de correção para trocadores de calor (continuação).

Pressão de Desenho (psig)	F _p
Up to 150	0,00
300	0,10
400	0,25
800	0,52
1000	0,55

Para trocadores com A < 200ft²

Tabela 8. Fatores de correção para trocadores de calor.

Tipo de Design	F _d	Material	F _m	Pressão de Desenho (psig)	F _p
Cilindrico	1	Aço Carbono	0	Up to 500	0
Dowtherm	1,33	Cromo	0,45	1000	0,15
		Aço Inox	0,5	1500	0,2

$$\text{Preço de compra, \$} = \left(\frac{M \& S}{280} \right) \cdot (5,07 \cdot 10^3) \cdot Q^{0,85} \cdot (F_c)$$

$$\text{Preço equipamento instalado, \$} = \left(\frac{M \& S}{280} \right) \cdot (5,07 \cdot 10^3) \cdot Q^{0,85} \cdot (1,23 + F_c)$$

Tabela 9. Custo dos trocadores utilizados na planta.

Trocadores de Calor				
Número	Custo de compra (\$)	Custo de instalação (\$)	Q (BTU10 ⁶)	Área (ft ²)
E-1	24169,37	43988,26	1,67	47,50
E-3	52680,33	95878,20	4,17	182,98
Camisa	41320,39	66553,37	-	448,60
E-4	10178,95	18525,70	0,60	16,14
E-5	5491,89	9995,24	0,29	16,14
E-6	6497,89876	11826,17574	0,35612481	31,2153

E-7	25227,86528	45914,7148	1,75658816	45,2084
E-8	25688,87152	46753,74617	1,79441269	77,5002
E-9	10505,13014	19119,33685	0,626682432	133,4725
E-10	1787,103592	3252,528538	0,077991183	11,8403

Esses resultados de tabela 9 foram obtidos ao se utilizar de parâmetros como o fator de correção igual a 1,5 e o indexador de custos de plantas químicas (CEPCI) equivalente a 575,4 (2016).

14.2.2. Compressores e Bombas

$$\text{Preço de compra, \$} = \left(\frac{M \& S}{280} \right) \cdot (517,5)(hp)^{0,82} \cdot F_c$$

$$\text{Preço equipamento instalado, \$} = \left(\frac{M \& S}{280} \right) \cdot (517,5)(hp)^{0,82} \cdot (2,11 + F_c)$$

Onde, hp = horse power: 30<hp<10000

$$F_c = F_d$$

Tabela 10. Fator de correção para compressores.

Tipo de Design	F _d
Centrifugo, motor	1,00
Alternativo, vapor	1,07
Centrifugo, turbina	1,15
Alternativo, motor	1,29
Alternativo, motor a gás	1,82

Tabela 11. Custo dos compressores utilizados na planta.

Bombas e Compressores			
Equipamento	Nome	Custo (\$)	Investimento (\$)
Bomba	P1	\$ 3.332,10	\$ 13.328,41
Bomba	P2	\$ 3.307,72	\$ 13.230,90
Bomba	P3	\$ 3.330,29	\$ 3.321,17
Bomba	P4	\$ 3.324,34	\$ 3.297,36
Bomba	P5	\$ 1.415,00	\$ 7.075,00
Bomba	P6	\$ 1.415,00	\$ 7.075,00
Bomba	P7	\$ 1.415,00	\$ 7.075,00
Bomba	P8	\$ 1.415,00	\$ 7.075,00
Bomba	P9	\$ 3.324,34	\$ 13.297,36
Bomba	P10	\$ 3.375,46	\$ 13.501,85
Bomba	P11	\$ 3.329,62	\$ 13.318,49
Bomba	P12	\$ 3.301,40	\$ 13.205,62
Compressor	K-1	\$ 90836,12	\$ 25700,7
Turbina	K-2	\$ 1276,48	\$ 3.618,55

14.2.3. Vasos, Colunas e Reatores

$$\text{Preço de compra, \$} = \left(\frac{M \& S}{280} \right) \cdot (101,9 D^{1,066} H^{0,82} F_c)$$

$$\text{Preço equipamento instalado, \$} = \left(\frac{M \& S}{280} \right) \cdot (101,9 D^{1,066} H^{0,82} (2,18 + F_c))$$

Onde, D = diâmetro (ft), H = altura (ft).

$$F_c = F_m F_p$$

Tabela 12. Correção para vasos.

Pressão	<50	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
F_p	1,00	1,05	1,15	1,20	1,35	1,45	1,60	1,80	1,90	2,30	2,50

Tabela 12. Correção para vasos (continuação).

Material	CS	SS
F_m	1,00	3,67

14.2.3.1. Pratos da Coluna de Destilação e Recheios

$$\text{Preço equipamento instalado, \$} = \left(\frac{M \& S}{280} \right) \cdot 4,7 D^{1,55} H F_c$$

Onde, D = diâmetro (ft), H = altura do prato (ft), (24 in de espaço)

$$F_c = F_m + F_s + F_t$$

Tabela 13. Fator de correção para pratos.

Espaço entre os pratos (inches)	24	18	12
---------------------------------	----	----	----

Tabela 13. Fator de correção para pratos (continuação).

Fator de Correção						
F_s	1	1,4	2,2	Trough or Valve	Bubble cap	Koch Cascade
Tray Type	Grid	Plate	Sieve	0,4	1,8	3,9

Tabela 14. Fator de correção para Recheios.

Fator de Correção	
Material	Mão de obra
Carbono	14,2
Alumínio	12,6
Sílica Gel	27,2
Porcelana	7

Tabela 15. Custo do Leito Fluidizado.

Reator (Leito Fluidizado)					
Custo de Compra (\$)	Custo de Instalação (\$)	Fc	CEPCI	Diâmetro (ft.)	Altura (ft.)
69.958	106.093	4,2205	654,9	6,518	16,404
Recheio (Leito Fluidizado)					
Custo de Compra (\$)	Custo de Instalação (\$)	Fc	CEPCI	Diâmetro (ft.)	Altura (ft.)
89.655,7	89.655,7	27,2	654,9	6,518	16,404

Tabela 16. Custo dos Recipientes.

Recipientes			
Nome	Equipamento	Custo de Compra (\$)	Investimento (\$)
Separador	C2	8.429,31	33.717,23
Acumulador	C3	875,85	3.503,4
Coluna (Empacotada)	C4	5411,73	27058,65
Recheio	-	627,74	3.138,7
Acumulador	C5	1.073,45	5.605,78
Acumulador	C6	998,34	3.993,36

Coluna Destilação	C7	74.712,23	129.661,87
Pratos Coluna Destilação	-	12868,04	12.858,05
Acumulador	C8	3.116,85	12.467,4

14.3. Estimativa do Custo Operacional

Existem diversas formas de calcular o custo operacional. Optamos por correlacionar o custo de cada equipamento com a performance que desejada.

14.3.1. Estimativa do Imobilizado

Tabela 17. Estimativa do Imobilizado.

Equipamento	Número	Sobre dimensionamento	Parâmetro de estimação de custo	Custo (\$) 2015	Custo Instalação (\$) 2015
Trocador de Calor	E-1	1,1	Q, Btu/h	24169,37	43988,26
Trocador de Calor	E-3	1,1	Área, ft²	52680,33	95878,20
Trocador de Calor	E-4	1,1	Q, Btu/h	10178,96	18525,70
Trocador de Calor	E-5	1,1	Q, Btu/h	5491,89	9995,24
Trocador de Calor	E-6	1,1	Q, Btu/h	6497,89	11826,17
Trocador de Calor	E-7	1,1	Q, Btu/h	25227,86	45914,71
Trocador de Calor	E-8	1,1	Q, Btu/h	25688,87	46753,74

Trocador de Calor	E-9	1,1	Área, ft²	10505,13	19119,33
Trocador de Calor	E-10	1,1	Q, Btu/h	1787,10	3252,52
Trocador de Calor	Camisa	1,1	Área, ft²	41320,39	66553,37
Coluna de Destilação	C-7	1,2	Diâmetro, Altura (ft.)	74712,22	129661,87
Pratos	-	-	Diâmetro (ft.)	12868,04	12868,04
Coluna de Destilação (empacotada)	C-4	-	Diâmetro, Altura (ft.)	5411,73	27058,65
Recheio (C-4)	-	-	Diâmetro (ft.)	627,74	3138,70
Pulmão	C-5	-	Diâmetro, Altura (m)	1073,00	5605,78
Turbina	K-2	-	Consumo de Energia (Bhp)	1276,48	3618,55
Compressor	K-1	-	Consumo de Energia (Bhp)	90836,11	257500,65
Recipientes (Separador)	C-2	-	Diâmetro, Altura (ft.)	-	33717,22
Recipientes (Acumulador)	C-3	-	Diâmetro, Altura (ft.)	-	3503,39
Recipientes (Acumulador)	C-6	-	Diâmetro, Altura (ft.)	-	3993,36
Recipientes (Acumulador)	C-8	-	Diâmetro, Altura (ft.)	-	12467,4
Bombas	P1A	1,2	Vazão, L/s	3332,10	13328,41

Bombas	P1B	1,2	Vazão, L/s	3332,10	13328,41
Bombas	P2A	1,2	Vazão, L/s	3307,72	13230,90
Bombas	P2B	1,2	Vazão, L/s	3307,72	13230,90
Bombas	P3A	1,2	Vazão, L/s	3330,29	13321,17
Bombas	P3B	1,2	Vazão, L/s	3330,29	13321,17
Bombas	P4A	1,2	Vazão, L/s	3324,33	13297,36
Bombas	P4B	1,2	Vazão, L/s	3324,33	13297,36
Bombas	P5A	1,2	Vazão, L/s	1415,00	7075,00
Bombas	P5B	1,2	Vazão, L/s	1415,00	7075,00
Bombas	P6A	1,2	Vazão, L/s	1415,00	7075,00
Bombas	P6B	1,2	Vazão, L/s	1415,00	7075,00
Bombas	P7A	1,2	Vazão, L/s	1415,00	7075,00
Bombas	P7B	1,2	Vazão, L/s	1415,00	7075,00
Bombas	P8A	1,2	Vazão, L/s	1415,00	7075,00
Bombas	P8B	1,2	Vazão, L/s	1415,00	7075,00
Bombas	P9A	1,2	Vazão, L/s	3324,33	13297,36
Bombas	P9B	1,2	Vazão, L/s	3324,33	13297,36
Bombas	P10A	1,2	Vazão, L/s	3375,46	13501,85
Bombas	P10B	1,2	Vazão, L/s	3375,46	13501,85
Bombas	P11A	1,2	Vazão, L/s	3329,62	13318,49
Bombas	P11B	1,2	Vazão, L/s	3329,62	13318,49
Bombas	P12A	1,2	Vazão, L/s	3301,40	13205,62
Bombas	P12B	1,2	Vazão, L/s	3301,40	13205,62
Reator (C-1A)	C-1A		Diâmetro, Altura (ft.)	69958,01	106093,18
Reator (C-1B)	C-1B	-	Diâmetro, Altura (ft.)	69958,01	106093,18
Recheio (C-1A)	-		Diâmetro (ft.)	89655,71	89655,71
Recheio (C-1B)	-	-	Diâmetro (ft.)	89655,71	89655,71
Custo Total				774151,21	1516041,06

14.3.2. Estimativa do Capital

Para o cálculo do custo capital foi utilizado o método das porcentagens que é uma versão simplificada da correlação de Guthrie.^[20]

- I. O capital total de investimento é igual à soma do capital fixado de investimento mais o capital de giro.
- II. O capital fixado de investimento (FCI) é o custo necessário para construir a planta que é igual à soma dos custos diretos e indiretos.
 - a. Custos diretos é a soma da matéria prima mais o custo para a construção completa do processo. Cerca de 60-80% do FCI.
 - b. Custos Onsite ou ISBL (*inside of battery limits*) são custos de instalação dos equipamentos, 50-60% do FCI
 - c. Instrumentação e controle, incluindo compra, instalação e calibração, 2,5-7% do FCI
 - d. Tubos e válvulas, 3-15% do FCI
 - e. Equipamentos elétricos incluindo a instalação, painéis de luz, motores e mão de obra, 2,5-9% do FCI
- III. Custos Offsite ou OSBL (*outside of battery limits*) inclui custos diretamente relacionados a construção do processo.
 - a. Em geral são serviços prestados durante a construção da planta, 6-20% do FCI
 - b. Utilidades e facilidades como água, vapor, refrigeração, ventilação e etc. 1,5-5% do FCI
- IV. Custos indiretos são serviços como supervisão inspeção e engenharia, 4-21% do FCI.

Com essas informações foi montada a tabela 18 com as estimativas de capital.

Tabela 18. Método das porcentagens.

Partida	Porcentagem	Custo 2015 / MMU\$
Equipamentos (E)	100	1516041,06
Materiais (M)	65	985426,69
Obra civil e edifícios	28	424491,49

Tubulações e infraestrutura	45	682218,47
Instrumentação	10	151604,10
Eletricidade	10	151604,10
Isolamento	5	75802,05
Pintura	2	30320,82
Soma		4017508,81
Engenharia de Detalhe	-	-
Projeto pequeno	45	2490097,44
Construção	60	3320129,92
Supervisão	10	553354,98
Engenharia de processo, licenças e catalisadores	-	-
Total área de processo	ISBL	10381091,18
Serviços auxiliares	4	415243,64
Off-sites	8	830487,29
Gastos de arranque	3,5	363338,19
Contingências e imprevistos	10	1038109,11
Investimento total imobilizado:	-	13028269,43
Investimento total sobre dimensionado:	1,2	15633924,31

O preço do catalisador foi calculado por fora e está no sumário de custo de operações.

14.3.3. Capital de Giro

O Capital de giro foi estimado a partir do estoque de Anilina de 20 dias, com base no fluxo volumétrico produzido por hora no preço de venda e no tempo de armazenamento.

Tabela 19. Estimação do Capital de Giro.

	Fluxo Volumétrico (m ³ /h)	Densidade (kg/m ³)	Tempo de armazenagem (h)	Preço de venda (US\$/kg)	Capital (US\$)
Capital de Giro	1,782618	1014	480	1,6	1388217,33

14.3.4. Custo Total do Investimento

Tabela 20. Estimação do custo Total de Investimento.

	Custo US\$
Capital Imobilizado	13028269,43
Capital de Giro	1388217,333
Total	14416486,76

14.3.5. Consumos Auxiliares

O consumo auxiliar serão os gastos com energia para a manutenção dos processos em funcionamento e estes irão depender do nível de temperatura, calor e potência necessário para cada equipamento. ^[18]

Tabela 21. Consumo Auxiliar para trocadores de calor.

Vapor de aquecimento e água de refrigeração	Q (Btu/h 10 ⁶)	BTU/h - GJ/h	Qualidade	Custo unitário / US\$/GJ	Custo anual / US\$
Trocador E-1	1,670205417	1,762066715	média	8,22	108631,41
Trocador E-3	4,177030053	4,406766705	média	8,22	271677,17
Trocador E-4	0,603854285	0,637066271	baixa	7,78	37172,82
Trocador E-5	0,29218637	0,30825662	baixa	7,78	17986,77
Trocador E-6	0,35612481	0,375711675	baixa	7,78	21922,78
Trocador E-7	1,75658816	1,853200509	baixa	7,78	108134,25

Trocador E-8	1,79441269	1,893105388	média	8,22	116709,95
Trocador E-9	0,626682432	0,661149966	água	13,11	65007,57
Trocador E-10	0,077991183	0,082280698	água	13,11	8090,25
			-	Custo unitário U\$/Ton	Custo Anual / U\$
Camisa	10,49466139	1.108.099.812	EG	346	U\$ 346,00
Total Anual					755.678,96

Tabela 21. Consumo Auxiliar para bombas e compressores (continuação).

Eletricidade	P / kW	Fator de operação	Custo unitário / U\$/kwh	Custo anual / U\$
Bomba P1	0,21847	7500	0,071641791	117,38
Bomba P2	0,157	7500	0,071641791	84,35
Bomba P3	0,1488	7500	0,071641791	79,95
Bomba P4	0,0535	7500	0,071641791	28,74
Bomba P5	0,38094402	7500	0,071641791	204,68
Bomba P6	1,85614446	7500	0,071641791	997,33
Bomba P7	0,59655637	7500	0,071641791	320,53
Bomba P8	5,96750903	7500	0,071641791	3206,42
Bomba P9	0,19667752	7500	0,071641791	105,67
Bomba P10	0,02995713	7500	0,071641791	16,09
Bomba P11	64,43	7500	0,071641791	34619,10
Bomba P12	2,23	7500	0,071641791	1198,20
Turbina K-2	0,42279698	7500	0,071641791	-227,17
Compressor K-1	76,7299946	7500	0,071641791	41228,05
Total Anual				81979,39

Vale a pena ressaltar que a turbina gera energia para o processo logo temos um crédito de energia representado pelo sinal negativo o que indica que a turbina gera economia para a planta de produção de Anilina.

Tabela 22. Consumo total de serviços auxiliares.

Total Custo de Serviços Auxiliares Anuais
\$ 836.691,05

14.3.6. Sumário de Operação

Tabela 23. Sumário de gastos anuais (previstos).

Custo Anual				
MATERIAS PRIMAS	UNIDADE	QUANTIDADE POR ANO	PREÇO UNITÁRIO (U\$/Ton)	CUSTO POR ANO
NITROBENZENO	Ton. Métricas	20000,00	749,00	14980000,00
HIDROGENIO	Ton. Métricas	975,60	255,00	248778,00
CATALISADOR (COBRE EM SILICA GEL)	Ton. Métricas	15,10	120550,00	1819702,25
DESPESA DIRETA	-	-	-	-
Trabalho	Dólares	13,00	2000,00	286000,00
Supervisão e Gerencia	Dólares	13,00	5000,00	130000,00
Consumo de Serviços Auxiliares	Diversos	-	-	836691,05
Reparos	Diversos	-	-	-
DESPESA INDIRETA	-	-	-	-
Mão de Obra Indireta	-	-	-	-
Abastecimento	-	-	-	-
Manutenção e Seguro	Dólares	3% Invest. Total	-	45481,23
Laboratório	-	-	-	-
Gastos Comerciais	Diversos	-	-	-
VARIÁVEIS	-	-	-	-

Embalagem	Diversos	-	-	-
Expedição	Diversos	-	-	-
FIXOS	-	-	-	-
Diretivos e Empregados	-	-	-	-
Amortização	-	-	-	101069,40
Aluguel	-	-	-	-
Impostos	-	-	-	11370,31
	-	-	-	
Total	-	-	-	18460059,55

14.4. Fluxo de Caixa e Análise da Rentabilidade do Processo

14.4.1. Cálculo das Vendas Anuais

O cálculo das vendas anuais é feito com base na quantidade de Anilina produzida na planta durante 1 ano e o preço de venda. Com a produção anual de 13641 toneladas e o preço de venda de US\$ 1600 por tonelada, foi possível realizar tal cálculo.

Para analisar a rentabilidade do processo de fabricação de anilina com o nosso escopo utilizamos o método do valor atualizado líquido (VAL) que como quesito precisa ser positivo para assim termos um processo economicamente interessante.

Tabela 24. Cálculo da rentabilidade do processo.

Rentabilidade (VAL)	
Horizonte Temporal	15 anos
Imobilizado	13028269,43
Curva de Investimento	Ano 0: 10%
Curva de Investimento	Ano 1: 30%
Curva de Investimento	Ano 2: 60%
Capital de giro	1388217,33
Vendas / ano	21825600,00

Amortização	Linear 10% por ano
Impostos	35%
Inflação	5%
Juros de Referência	20%

Para o cálculo do VAL utilizamos:

$$VAL = \sum_{i=0}^n \left(\frac{F_i}{(1+k)^i} \right)$$

Com esse cálculo chegamos a um VAL de 8,746 em milhões de dólares.

Tabela 25. Análise de fluxo de Caixa (10⁶ US\$).

Fluxo de Caixa																
Anos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Imobilizado	-1,3	-7,89	-3,9													
Giro			-1,3													
Fundos investidos	-1,3	-7,89	-3,9													
Vendas	-	-	-	21	22	24	25	26	27	29	30	32	33	35	37	39
Custos	-	-	-	18	19	20	21	22	23	24	25	27	28	30	31	33
Amortização	-	-	-	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Benefícios antes de impostos (BAI)				3,3	3,5	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,7	4,9	5,2	5,4	5,7	6,0
Impostos				1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1
Benefícios depois de impostos (BDI)				2,1	2,2	2,4	2,5	2,6	2,7	2,9	3,0	3,2	3,3	3,5	3,7	3,9
Fundos gerados = BDI + amortização				2,6	2,6	2,8	2,9	3,1	3,2	3,3	3,5	3,6	3,8	4,0	4,1	5,7
Cash flow	-1,3	-7,89	-3,9													
CASH FLOW ATUALIZADOS ANUAIS	-0,15	-0,9	-1,5	1,6	1,5	1,5	1,4	1,3	1,30	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9
CASH FLOW ACUMULADO	-0,15	-1,05	-2,5	-0,9	0,6	2,1	3,5	4,9	6,2	7,4	8,6	9,8	10,9	11,9	12,9	13,8

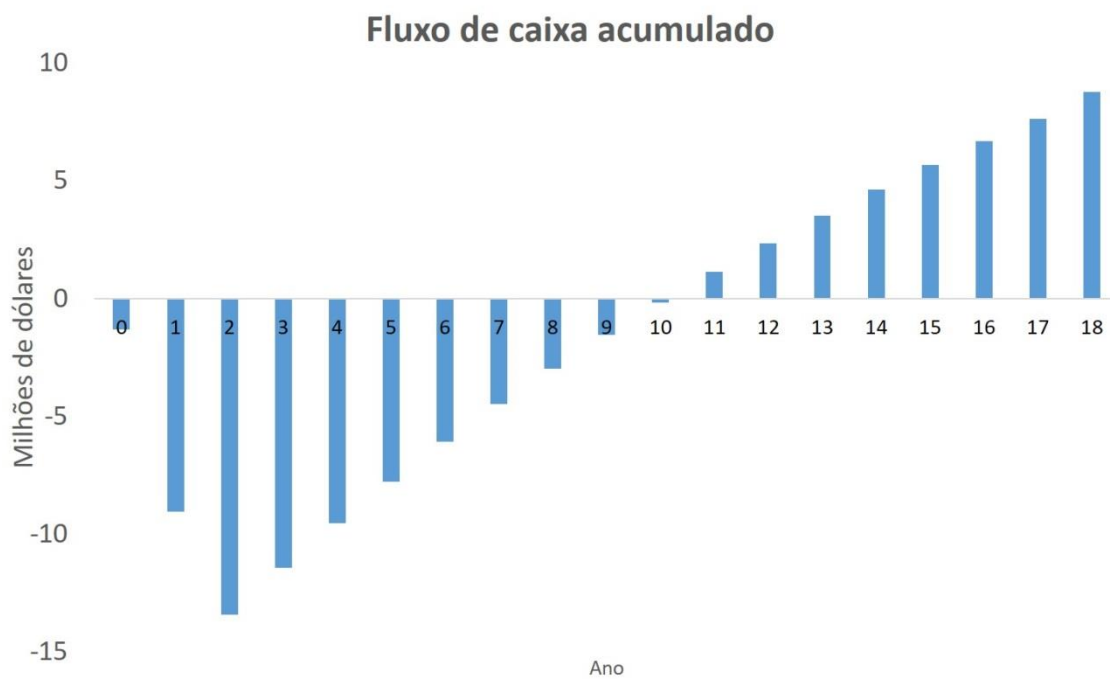


Figura 11. Gráfico de Análise de Fluxo de Caixa.

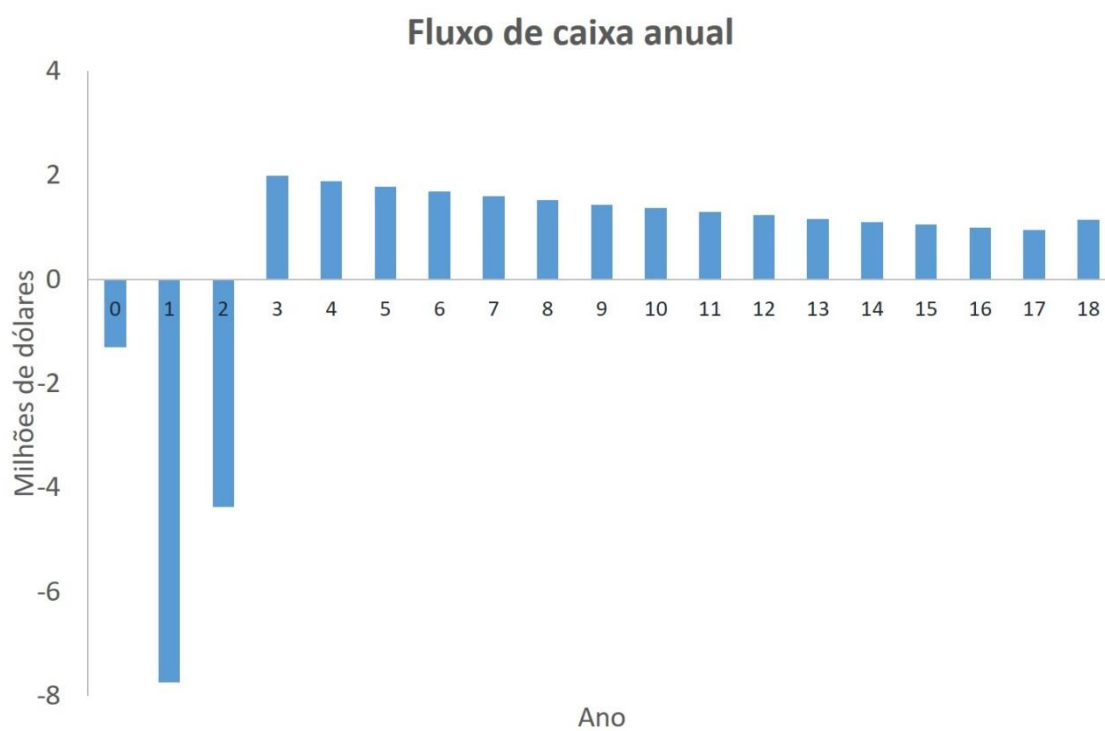


Figura 12. Gráfico de Análise de Fluxo de Caixa Anual.

Na figura 1 observamos a partir de qual ano as vendas passam a dar lucro para a planta e na figura 2 o movimento anual das vendas.

14.4.2. Cálculo de Taxa Interna de Rentabilidade (TIR)

A Taxa Interna de Retorno (TIR), é uma taxa de desconto hipotética que, quando aplicada a um fluxo de caixa, faz com que os valores das despesas, trazidos ao valor presente, seja igual aos valores dos retornos dos investimentos, também trazidos ao valor presente. O conceito foi proposto de forma a classificar diversos projetos de investimento: os projetos cujos fluxos de caixa tivessem uma taxa interna de retorno maior do que a taxa mínima de atratividade econômica deveria ser escolhido. [21]

O TIR é o valor dos juros de referência quando o VAL se igual a zero e é calculado por:

$$TIR = \sum_{i=0}^n \frac{F_i}{(1 + TIR)^i} = 0$$

Logo se o valor de TIR for maior do que o valor dos juros de referência isso significa que o projeto é rentável.

Temos que a análise de sensibilidade da rentabilidade do projeto ao investimento – ou o valor da TIR – apresentou um valor de aproximadamente 0,168 ou 16,8%. Aplicamos um sobre dimensionamento de 20% no valor do imobilizado e recalculamos o fluxo de caixa para fazermos a análise de sensibilidade da rentabilidade.

Tabela 26. Análise de fluxo de Caixa (10⁶ US\$).

Fluxo de caixa sobre dimensionado																
Anos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Imobilizado	-1,52	-9,1	-4,5													
Giro			-1,3													1,3
Fundos investidos	-1,52	-9,1	-5,9													1,3
Vendas	-	-	-	21	22	24	25	26	27	29	30	32	33	35	37	39
Custos	-	-	-	18	19,3	20,3	21,3	22,4	23,5	24,7	25,9	27,2	28,6	30	31,5	33,1
Amortização	-	-	-	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Benefícios antes de impostos (BAI)				1,8	2,0	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,2	3,4	3,6	3,9	4,2	4,5
Impostos				0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5
Benefícios depois de impostos (BDI)				1,1	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2	2,2	2,4	2,5	2,7	2,9
Fundos gerados = BDI + amortização				2,7	2,8	2,9	3	3,19	3,3	3,4	3,6	3,7	3,9	4	4,2	4,4
Cash flow	-0,24	-1,4	-2,1	2,7	2,8	2,9	3	3,19	3,3	3,4	3,6	3,7	3,9	4	4,2	5,8
CASH FLOW ATUALIZADOS ANUAIS	-0,24	-1,4	-1,7	2	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,1	1,1	1,4
CASH FLOW ACUMULADO	-0,24	-1,7	-3,42	-13,4	-11,5	-9,6	-7,9	-6,3	-4,7	-3,3	-1,9	-0,5	0,6	1,8	2,9	4,3

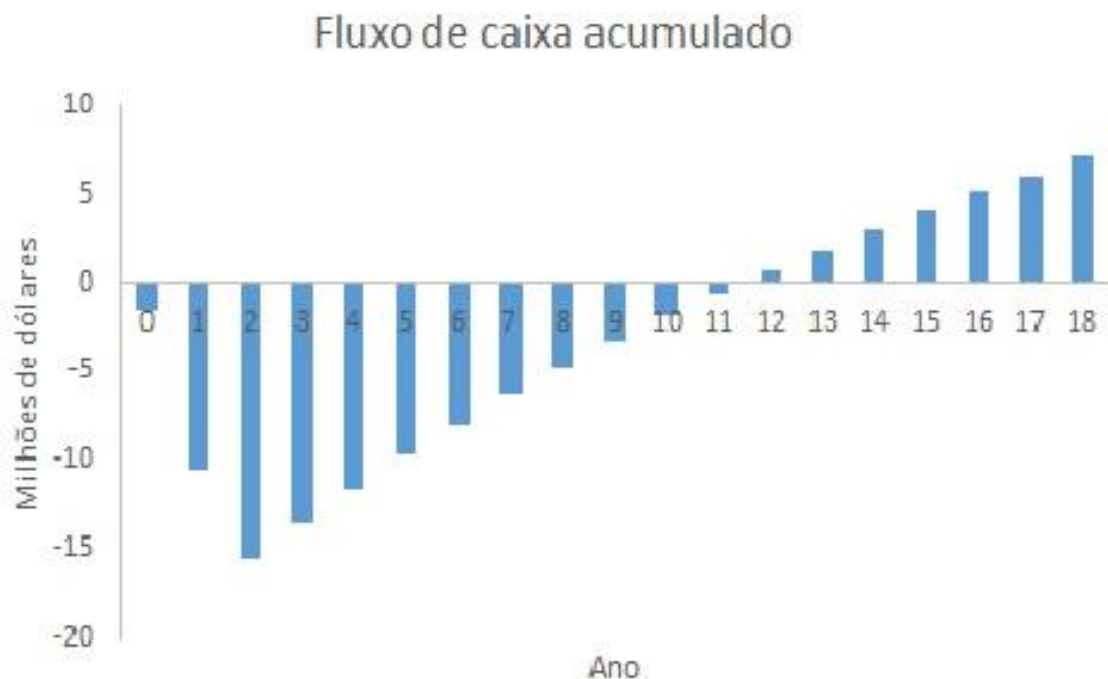


Figura 13. Fluxo de caixa com 20% a mais de investimento.

Com o fluxo de caixa acumulado é possível verificar que com 20% a mais de investimento a planta tem os lucros maiores que o investimento a partir do 12º ano e não mais no 11º o que é reflexo de uma pequena diminuição do VAL, mas não sendo reflexo de uma análise não interessante economicamente. Conseguimos um VAL de 7,1798 em milhões de dólares.

Portanto, com o auxílio da tabela 25 e das figuras 11 e 12 podemos analisar o esquema de retorno financeiro do projeto. E com o valor encontrado para VAL na tabela 22 podemos concluir que o nosso projeto é interessante do ponto de vista econômico.

14.5. Sumário de Conversão de Moeda (Dólar – Real)

Tabela 27. Cotação do Dólar Comercial.

Cotação Dólar Comercial	
1 U\$	3,39 BRL (R\$)

Tabela 28. Custos do Projeto.

	Custo (R\$)
Capital Imobilizado	R\$ 44.165.833,36
Capital de Giro	R\$ 4.706.056,76
Total	R\$ 48.871.890,12
Consumo Auxiliar Total	R\$ 2.836.382,65
Custo total de operações anuais	R\$ 62.576.322,70
Preço venda Anilina (R\$/Ton)	R\$ 5.424,00

15. Anexos

15.1. Leito Fluidizado

Para o projeto do leito fluidizado, primeiramente se calcula a velocidade mínima de fluidização (u_{mf}) pela equação de Ergun: ^[22]

$$\frac{1,75(1 - \epsilon_{mf})\rho_f}{\epsilon^3 \Phi d_p} u_{mf}^2 + \frac{150(1 - \epsilon_{mf})\rho_f}{\epsilon^3 \Phi d_p} u_{mf} = (\rho_p - \rho_f)(1 - \epsilon_{mf})g$$

Em ϵ_{mf} é a porosidade do leito à velocidade mínima de fluidização, Φ é o fator de forma das partículas do catalisador, d_p é o diâmetro médio das partículas do catalisador, ρ_p e ρ_f são as densidades do catalisador e do fluido, respectivamente, g é a aceleração da gravidade, e u_{mf} é a velocidade mínima de fluidização.

Para tanto, é necessário o diâmetro médio de partícula do catalisador. A distribuição granulométrica do catalisador é como segue: ^[17]

Tabela 29. Distribuição Granulométrica do Catalisador.

D_p (μm)	v
0 – 20	-
20 – 40	0,03
40 – 60	0,07
60 – 80	0,12
80 – 100	0,19
100 – 120	0,25
120 – 140	0,24
140 – 150	0,10
>150	-

Sendo D_p o diâmetro da partícula, em micrômetros, e v a fração mássica. O diâmetro médio foi calculado pela média volumétrica, ou média de Brouckere:

$$\overline{D_p} = \frac{\sum_{i=1}^n D_i^4 v_i}{\sum_{i=1}^n D_i^3 v_i}$$

Em que D é o diâmetro médio de cada fração mássica, dado pela média geométrica dos diâmetros mínimo e máximo. O diâmetro médio do catalisador é, portanto, de $1,2175 \cdot 10^{-4}$ m.

De posse deste dado e daqueles fornecidos na especificação do projeto, tem-se os dados necessários para a determinação da velocidade mínima de fluidização, que é de 0,0059 m/s

Para o cálculo da velocidade de operação, determinou-se a classificação de Geldart do catalisador a partir de sua densidade diâmetro médio; as partículas são classificadas como tipo A. ^[22] Definiu-se o regime de operação desejado como o de leito borbulhante, a fim de assegurar melhor transferência de calor e massa. A velocidade de operação foi obtida por meio do gráfico ilustrado na figura 14. U^* e d_p^* são fatores adimensionais da velocidade e do diâmetro de partícula, respectivamente. Sendo μ_f a viscosidade do fluido, tem-se:

$$U^* = U \left[\frac{\rho_f^2}{\mu_f g (\rho_p - \rho_f)} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$d_p^* = d_p \left[\frac{\rho_f (\rho_p - \rho_f)}{\mu_f^2} \right]^{\frac{1}{3}}$$

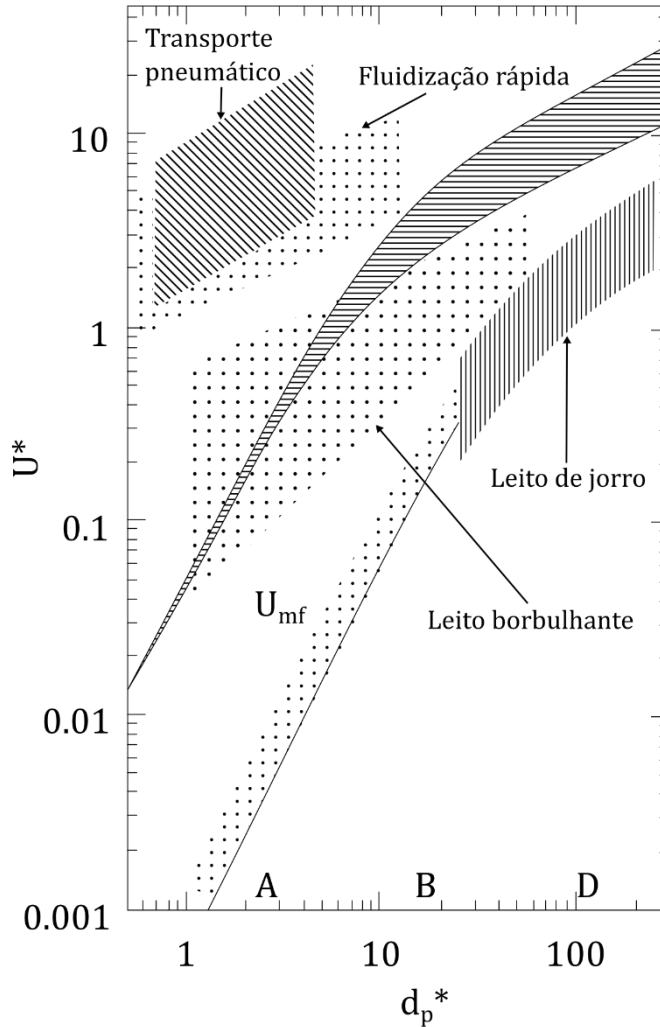


Figura 14. Regiões de Fluidização.

Para a operação do leito em regime borbulhante, sabendo que $d_p^* = 3,911$, considerou-se $U^* = 0,8317$, e a velocidade de operação é, portanto, de 0,164 m/s.

Com a vazão da corrente de entrada que contém os reagentes em fase vapor e a velocidade de operação, é possível calcular a área da seção transversal do leito. A área é de aproximadamente 3,1 m², e o diâmetro é, portanto, de cerca de 1,99 m.

A altura do leito foi determinada levando em conta o tempo de residência desejado para os reagentes, de 10 segundos, e a altura de arraste (TDH) – altura necessária para que uma fração mínima de catalisador seja arrastada pelo fluxo de fluido –, além do volume ocupado pelo catalisador. ^[23] A massa de catalisador necessária é de cerca de 4,27 toneladas, correspondente a um volume de 5,33 m³ (leito não-expandido). ^[24] A altura do reator foi determinada como sendo de 10 m, tendo um volume de aproximadamente 31 m³. Não foi projetado um ciclone para recuperação dos sólidos arrastados, uma vez que são usados filtros para tal fim. ^[17]

15.2. Separador Trifásico (C-2) e acumuladores (C-3, C-5, C-6 e C-8)

15.2.1. Separador Trifásico (C-2)

Com a finalidade de separar o máximo possível de componentes e purificar a anilina após ocorrer a reação no reator de leito, o recipiente foi dimensionado utilizando a ferramenta de simulação *Aspen Hysys*, que forneceu as dimensões, definindo o tempo de residência de 10 minutos para separação de fases – determinado pela equação 1 – e dando as condições de operação e desenho do equipamento. ^[16]

$$t_{\text{residência}} = (6,24 \mu) / (\rho_1 - \rho_2) \quad (1)$$

Tabela 30. Condições de operação e desenho – separador trifásico.

Condições de Operação		Condições de Desenho	
T _{operação} (°C)	P _{operação} (kg/cm ² g)	T _{desenho} (°C)	P _{desenho} (kg/cm ² g)
44,22	0	80	1,75

Determinadas as dimensões de comprimento e altura do recipiente (vertical), se torna possível calcular a espessura e massa de material utilizado em sua construção.

$$W = \pi L_i D_i e \rho \quad (2)$$

$$e \text{ (mm)} = [P_{\text{desenho}} 0,5 D_i 1000 / (SE - 0,5 P_{\text{desenho}})] + CA \quad (3)$$

O custo pode ser calculado utilizando a equação 4: [17]

$$C_E = a + bS^n \quad (4)$$

em que a e b são os respectivos parâmetros para cada tipo de equipamento – recipiente e recheio – e S o valor pelo qual o tipo de equipamento é estimado, que no caso é a massa do separador. O valor resultante é igual a $C_{\text{separador}}$ (US\$) = 8429,31, para um separador constituído de aço inox.

15.2.2. Acumulador para alimentação da coluna C-4 (C-3)

A projeção desse equipamento foi baseada nas condições estabelecidas para o controle de vazão Q para a alimentação da coluna, que são a pressão e densidade, além da definição do tempo de residência de 10 minutos, e de que se trata de um recipiente horizontal com suas dimensões determinadas por meio dos seguintes passos:

- a) Determinar o volume útil do acumulador:

$$V_{\text{útil}} = Q t_{\text{residência}} \quad (5)$$

- b) Volume geométrico do acumulador:

$$V_{\text{geométrico}} = 2V_{\text{útil}} \quad (6)$$

Esse tipo de projeção serve para garantir que o recipiente não entre em uma condição na qual não existiria um tempo de residência com o equipamento sendo somente alimentado, sem transbordamento do fluido. Também se faz necessário adotar uma relação entre o diâmetro e altura do reservatório, sendo ambos os parâmetros desconhecidos – essa relação é igual a $L/D = 5$ para recipientes horizontais. Após a execução desses passos, são usadas as equações 2, 3 e 4 para determinar a espessura, a massa e o custo do recipiente. Os resultados para esses cálculos são: $e = 3,77$ mm, $W = 111,1$ kg e $C_{\text{recipiente}}$ (US\$) = 875,8. Também são determinados os valores dos parâmetros de operação e desenho:

Tabela 31. Condições de operação e desenho – acumulador C-3.

Condições de Operação		Condições de Desenho	
T _{operação} (°C)	P _{operação} (kg/cm ² g)	T _{desenho} (°C)	P _{desenho} (kg/cm ² g)
44,22	0	80	1,75

15.2.3. Acumulador da coluna C-4 (C-5)

O acumulador da coluna de desidratação de anilina possui uma característica peculiar em relação aos demais pulmões ou acumuladores utilizados na planta: se trata também de um separador trifásico. Diferentemente do separador C-2, este foi dimensionado de maneira usual. Sendo o tempo de residência novamente de dez minutos e lidando com dois fluidos de diferentes densidades para fornecimento de dois refluxos à coluna, os passos ilustrados devem ser considerados:

- a) Determinar o volume útil do acumulador:

$$V^1_{\text{útil}} = Q_1 t_{\text{residência}}; V^2_{\text{útil}} = Q_2 t_{\text{residência}} \quad (7)$$

$$V^1_{\text{útil}} + V^2_{\text{útil}} = V_{\text{útil}} \quad (8)$$

- b) Volume geométrico do acumulador:

$$V_{\text{geométrico}} = 2V_{\text{útil}} \quad (9)$$

Para o cálculo das dimensões do pulmão, foi adotada a relação L/D = 2, assumindo ser um recipiente vertical. Uma vez calculada suas dimensões, a equação de espessura 10 pode ser utilizada ^[17] – CA = 3 mm (espessura mínima do material – pouca corrosão), P_i: pressão de desenho, D_i: diâmetro, S: estresse máximo do material, E = eficiência do material. Também as equações 2 e 4 foram utilizadas para determinar o valor do acumulador.

$$e = [P_i D_i / (2SE - 1,2P_i)] + CA \quad (10)$$

Os resultados para esses cálculos são: e = 3,68 mm, W = 22,2 kg e C_{recipiente} (US\$) = 1073,45. Também os valores dos parâmetros de operação e desenho podem ser determinados:

Tabela 32. Condições de operação e desenho – acumulador C-5.

Condições de Operação		Condições de Desenho	
T _{operação} (°C)	P _{operação} (kg/cm ² g)	T _{desenho} (°C)	P _{desenho} (kg/cm ² g)
103,7	0,21	133,7	1,96

15.2.4. Acumulador para alimentação da coluna C-7 (C-6)

Cálculo similar ao acumulador C-3, os resultados esperados são: e = 3,8 mm, W = 117,1 kg e C_{recipiente} (US\$) = 998,34. Também são determinados os valores dos parâmetros de operação e desenho:

Tabela 33. Condições de operação e desenho – acumulador C-6.

Condições de Operação		Condições de Desenho	
T _{operação} (°C)	P _{operação} (kg/cm ² g)	T _{desenho} (°C)	P _{desenho} (kg/cm ² g)
183,38	1,02	213,38	2,75

15.3. Acumulador da coluna C-7 (C-8)

Este recipiente também possui sequência de cálculo similar ao dos acumuladores C-3 e C-6, tendo como resultados e = 4,12 mm, W = 259,1 kg e C_{recipiente} (US\$) = 3116,85. Suas condições são dadas pela tabela X:

Tabela 34. Condições de operação e desenho – acumulador C-8.

Condições de Operação		Condições de Desenho	
T _{operação} (°C)	P _{operação} (kg/cm ² g)	T _{desenho} (°C)	P _{desenho} (kg/cm ² g)
183,38	1,02	213,38	2,75

15.4. Colunas de desidratação (C-4) e enriquecimento (C-7) da Anilina

15.4.1. Coluna de desidratação (C-4)

Para desenvolver o dimensionamento ótimo da coluna, foi definido o menor número de pratos possível para que a coluna pudesse convergir para valores de composição próximos ao esperado, fixando os índices de refluxo dela, uma vez que se trata de uma coluna de destilação trifásica. A partir disso, foi definido, pela soma dos custos gerais dos equipamentos que formam a coluna, o número de pratos que teoricamente constituiriam a torre, tendo como resultado o valor de 5 pratos para essa coluna.

O tipo de coluna também foi considerado na definição do projeto. Por ser uma torre com vazões de entrada e saída consideravelmente baixos para uma coluna de pratos, e o diâmetro resultante desse tipo seria menor que 0,6 m, considerou-se o uso de uma coluna empacotada. Apesar das desvantagens em relação a previsão de perfis de distribuição de líquido, perdas de carga e manutenção de temperatura, a coluna empacotada gera grandes vantagens em custo e instalação. [27]

Depois de definir o tipo de coluna utilizada, as dimensões de leito puderam ser determinadas como o uso da ferramenta de simulação *Aspen HYSYS*, utilizando a correlação de Norton – que baseia nos parâmetros de tensão superficial e viscosidade dinâmica da fase líquida [32] – para determinar a altura equivalente a um prato teórico (HETP) e o diâmetro da coluna, além de outros parâmetros que competem a esse sistema. Esses valores estão expostos na tabela 38.

Tabela 35. Valores de parâmetros da torre empacotada (*Aspen HYSYS*).

Coluna Empacotada	
Prato alimentação	3,000
Número de pratos ideais	5,000
Interno	Empacotada
Tipo de recheio	Pall Rings (Metal, random) 1_inch
Correlação de inundação	SLEv73

Correlação HETP	Norton
Número de peças do recheio	7783,925
Massa de recheio (kg)	75,328
Geometria da coluna	Cilíndrica
Diâmetro de seção (m)	0,305
Área da Seção (m ²)	0,073
Altura da seção (m)	2,151
Resultados hidráulicos	
Inundação máxima (%)	22,215
$\Delta P_{\text{seção}}$ (bar)	0,001
$DP_{\text{por comprimento}}$ (kPa/m)	0,043
Flood Gas Vel. [m ³ /h-m ²]	12230,447
Flood Gas Vel. [m/s]	3,397

Com isso, o recheio pode ser escolhido, de acordo com tipos comumente utilizados em processos com empacotamento, que no caso foi escolhido os *Pall rings*, por possuir grande área de superfície para interação entre vapor e líquido e custo compatível com sua eficiência, mesmo sendo um pouco mais caro do que tipos de recheio mais básicos (*Rashig rings*), o que acaba resultando em um preço mais baixo do que os outros tipos de empacotamento. A estrutura do recheio é aleatória (*Random packing*), permitindo grande circulação de líquido e vapor com pequena resistência.

As características de material de recheio também podem ser definidas por meio do fluido usado no processo. Sendo a anilina um componente orgânico e está submetido a altas temperaturas durante o processo, o material dos anéis deve ser de metal, com diâmetros de uma polegada (2,54 cm), pois o diâmetro da coluna está entre 0,3 e 0,9 m. [27]

Por meio disso foi possível dimensionar outras partes da coluna, como em que altura do leito a alimentação ocorreria e a altura do fundo. Para determinar a altura total da coluna (h_{coluna}), a soma da equação 11 foi utilizada: [26]

$$h_{\text{coluna}} = h_{\text{leito}} + 2 h_{\text{saídas}} + h_{\text{fundo}} + h_{\text{alimentação}} \quad (11)$$

em que $h_{saídas}$ é o espaçamento existente nas sessões de saída ou entradas laterais, que é igual a 0,91 m, $h_{alimentação}$ o espaçamento no prato de alimentação, sendo este o terceiro prato, com valor igual a 0,61 m e h_{fundo} , que representa a altura no fundo da coluna, considerando de $t_{residência} = 10$ minutos e sobre dimensionamento de 20% em relação à vazão volumétrica de fundo, além de considerar que a altura do fundo da coluna deva ter o dobro do diâmetro do leito ($D_{fundo} = 2 D_{leito}$), para que o fundo não tenha uma altura muito maior do que a da sessão em que os pratos se encontram e não haver um consumo muito grande de energia com a circulação e aquecimento de fluídos. Os resultados se encontram na tabela 39:

Tabela 36. Valores de parâmetros de altura total.

Altura Total da Coluna	
Vazão (m^3/h)	2,476
Tempo de residência (h)	0,167
V_{fundo} (m^3)	0,413
h_{fundo} (m)	1,414
$h_{prato\ alimentação}$ (m)	1,290
h_{total} (m)	5,995

Também os parâmetros de desenho (pressão e temperatura) foram determinados, por meio da pressão e temperatura de fundo – condições extremas da coluna (com adições de margens de segurança de $1,75\text{ kg/cm}^2$ g e $30\text{ }^\circ\text{C}$ respectivamente):

Tabela 37. Condições de operação e desenho – coluna de desidratação.

Condições de Operação		Condições de Desenho	
$T_{operação}$ ($^\circ\text{C}$)	$P_{operação}$ (kg/cm^2 g)	$T_{desenho}$ ($^\circ\text{C}$)	$P_{desenho}$ (kg/cm^2 g)
203,5	0,82	233,5	2,58

Por meio disso, foi possível determinar a espessura e massa de material utilizada para estimar o custo da coluna, além do volume do leito para o custo do

recheio ^[17] – CA = 3 mm (espessura mínima do material – pouca corrosão), P_i: pressão de desenho, D_i: diâmetro, S: estresse máximo do material, E = eficiência do material. Utilizando as equações 10 e 2, obtém-se:

$$e_{\text{leito}} = 3,60 \text{ mm} ; e_{\text{fundo}} = 4,21 \text{ mm}$$

$$W_{\text{leito}} = 126,45 \text{ kg} ; W_{\text{fundo}} = 91,13 \text{ kg}$$

Com a massa total do recipiente ($W_{\text{leito}} + W_{\text{fundo}}$) e o volume de recheio do leito, é possível encontrar o custo total para o ano de 2007 da coluna empacotada, utilizando a equação de custo generalizada 4, sendo: $S_{\text{recipiente}} = [\text{kg}]$ e $S_{\text{recheio}} = [\text{m}^3]$. Os custos de ambos equipamentos são $C_{\text{recipiente}} (\text{US\$}) = 5411,73$ e $C_{\text{recheio}} (\text{US\$}) = 627,74$, somando a quantia total $C_{\text{total}} (\text{US\$}) = 6039,47$.

Uma vez determinadas as características da geometria do equipamento e o tipo de recheio utilizado, é possível supor outros tipos de dispositivos que devem estar no interior da coluna para garantir circulação uniforme dos fluidos. Dentre eles há o suporte de recheio, um item importante para suportar o peso dos anéis molhados, desenvolvido também para não causar alta perda de pressão e inundação local. Além disso, os distribuidores e redistribuidores de líquido devem estar presentes justamente com a finalidade de manter a circulação uniforme dentro da coluna. O tipo supostamente mais recomendável de distribuidor para as dimensões da coluna é o de orifício, sendo mais adequado para um tipo de coluna que possui vazões menores de circulação de fluidos. No caso dos redistribuidores de líquido, esse tipo de equipamento é comumente adotado para fazer com que o líquido contido nas paredes seja novamente transportado pela coluna. ^[31]

15.4.2. Coluna de enriquecimento (C-7)

Um procedimento inicialmente similar pode ser executado para a coluna de enriquecimento, mas para o caso dessa coluna, uma estimativa inicial levou a conclusão de que essa torre é constituída por pratos ao invés de um leito. Portanto, fez-se necessária a análise econômica dos equipamentos que englobam todo o processo – incluindo investimentos e gastos de refrigeração e energia por um período de 4 anos – para um alcance ótimo (mínimo custo) da coluna de destilação.

Por isso, fez-se a variação do número de pratos e o prato que receberia a alimentação com menor necessidade de investimento. Observou-se que a partir disso, ocorre também variação do refluxo da coluna de acordo com essas alterações de configuração da torre.

Como na coluna de desidratação, houve o estudo do comportamento da coluna e suas condições de desenho determinadas:

Tabela 38. Condições de operação e desenho – coluna de enriquecimento.

Condições de Operação		Condições de Desenho	
T _{operação} (°C)	P _{operação} (kg/cm ² g)	T _{desenho} (°C)	P _{desenho} (kg/cm ² g)
245,7	3,05	275,7	4,85

Para o cálculo da altura, há também similaridades com a coluna desidratação, tendo diferenças em sua determinação para o caso de uma coluna de pratos, sendo definida uma altura de prato igual a $h_{\text{prato}} = 0,46$ m. Os outros valores, como tempo de residência, altura da alimentação e saídas são iguais as adotadas para a coluna de desidratação.

$$h_{\text{coluna}} = (n^{\circ} \text{ pratos} - 2) h_{\text{prato}} + 2 h_{\text{saídas}} + h_{\text{fundo}} + h_{\text{alimentação}} \quad (12)$$

Já para determinar a altura de fundo h_{fundo} , as equações 13 e 14 foram utilizadas:

$$V = Q_{\text{fundo}} t_{\text{residência}} \quad (13)$$

$$V = \pi D^2 h_{\text{fundo}}/4 \quad (14)$$

A substituição das equações permitiu conseguir a relação da equação 15:

$$h_{\text{fundo}} = Q_{\text{fundo}} t_{\text{residência}}/(\pi D^2/4) \quad (15)$$

Com esses valores, é possível utilizar as equações 2 e 3 para determinar a espessura e massa do recipiente e pratos para estimar seu custo – equações de massa e custo apresentadas na seção de coluna de desidratação. ^[16]

A soma das massas de pratos e do recipiente ($W_{\text{pratos}} + W_{\text{recipiente}}$), dá a massa total W_{total} , sendo assim feito o cálculo para o custo com a equação 4, anteriormente mencionada, com os parâmetros a e b definidos para esse tipo de equipamento.

15.5. Trocadores de Calor

Os trocadores de calor utilizados no processo de produção da anilina, através da hidrogenação do nitrobenzeno, foram projetados de acordo com as características dos componentes usados em cada equipamento. A definição dos fluidos que passam pelos tubos e carcaça se baseou no coeficiente de formação de crosta (r). As substâncias que possuem maior tendência a formar crosta circulam pelos tubos, pois assim o fluido sujo irá circular com maior velocidade diminuindo a formação de depósito. Além, de ser uma decisão estratégica quando ponderamos facilidade de limpeza do trocador de calor e aumento da vida útil da carcaça. ^[17] Dessa forma, os trocadores usados para aquecer as correntes de processo fazem com que estas passem pelos tubos enquanto que o vapor de água circula pela carcaça. Entretanto, quando o objetivo é resfriar o solvente orgânico a água de refrigeração se desloca pelos tubos.

No desenvolvimento do trabalho optou-se pela execução de projetos não rigorosos dos trocadores de calor. Assim, o objetivo foi obter o parâmetro de projeto, área de troca térmica, pois além de ser usado para o dimensionamento do equipamento é de extrema importância para a análise do custo do trocador. Os valores dos coeficientes de transferência de calor (h) e de formação de crosta (r) para as substâncias utilizadas – solvente orgânico, vapor de água e água de refrigeração - encontram-se disponíveis na literatura bem como o valor do coeficiente global de troca térmica (U) do etileno glicol; sendo que esse é usado na camisa do reator visando remover o calor gerado na reação de hidrogenação do nitrobenzeno. ^[17,25,26]

O coeficiente global de transferência térmica (U) para os trocadores usados nos aquecimento e resfriamento das correntes de processo foram calculados através da formula a seguir,

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_a} + \frac{1}{h_s} + r_a + r_s$$

Onde h_a e h_s são os coeficientes de transferência de calor da água – vapor ou líquido de refrigeração – e do solvente orgânico. Esses assumem valores de 10000 e 1500 $\text{h.m}^3.\text{°C/kcal}$ respectivamente. Já os coeficientes de formação de

crosta, r_a e r_s , do solvente orgânico, vapor de água e água de refrigeração são iguais a 0,0003, 0,0001 e 0,0004 kcal/h.m².°C respectivamente. ^[26] O valor do coeficiente global de transferência de calor do sistema referente a camisa do reator não foi calculado pois encontra-se disponível na literatura e é igual a 292,35 kcal/h.m².°C. ^[26]

Depois da determinação da temperatura média logarítmica e com os dados do calor trocado obtido por meio da simulação dos equipamentos em software comercial, calculou-se a área de troca térmica. As seguintes equações foram usadas para determinação do parâmetro de projeto,

$$\Delta T_{ml} = \frac{(T_v - T_{f2}) - (T_v - T_{f1})}{\ln[(T_v - T_{f2})/(T_v - T_{f1})]}$$

$$A = \frac{Q}{U * \Delta T_{ml}}$$

Na tabela abaixo se encontram os dados referentes as áreas de troca térmica de todos os trocadores do processo.

Tabela 39. Áreas de troca térmica

Número	Áreas (m ²)
E1	4,41
E2	41,68
E3	16,95
E4	1,52
E5	2,01
E6	2,94
E7	4,23
E8	7,22
E9	12,42
E10	1,11

Os trocadores com área de troca térmica inferiores a 10 m² foram projetos para serem do tipo Tubos Concêntricos com exceção dos E6 e E8. Os trocadores citados são as caldeiras das colunas de destilação e por esse motivo o arranjo

proposto não atende as necessidades reais do processo. Dessa forma, a proposta é acoplar os trocadores no fundo das colunas, pois devido as áreas de troca térmica serem baixas não é necessário a utilização de trocadores tipo Kettle. Os trocadores com área superior a 10 m² são do tipo Casco-Tubo sendo suas partes, posterior, intermediária e inferior, do modelo AES das normas TEMA. ^[17]

15.6. Bombas

Para promover o transporte de líquidos na planta, atingir as pressões necessárias para cada processo e também vencer as perdas de pressão impostas pelas tubulações são utilizadas bombas. A planta possui ao todo 12 bombas, sendo 8 centrífugas e 4 rotativas.

As bombas centrífugas são amplamente utilizadas na indústria por conta de sua versatilidade, porém para casos em que a vazão volumétrica de operação é muito baixa e/ou o aumento de pressão deve ser muito elevado, utilizam-se outros tipos de bombas, como: rotativas, de parafusos, de pistão e etc. ^[16]

A escolha do melhor tipo de bomba para ser utilizada em cada ocasião pode ser feita utilizando o diagrama a seguir: ^[17]

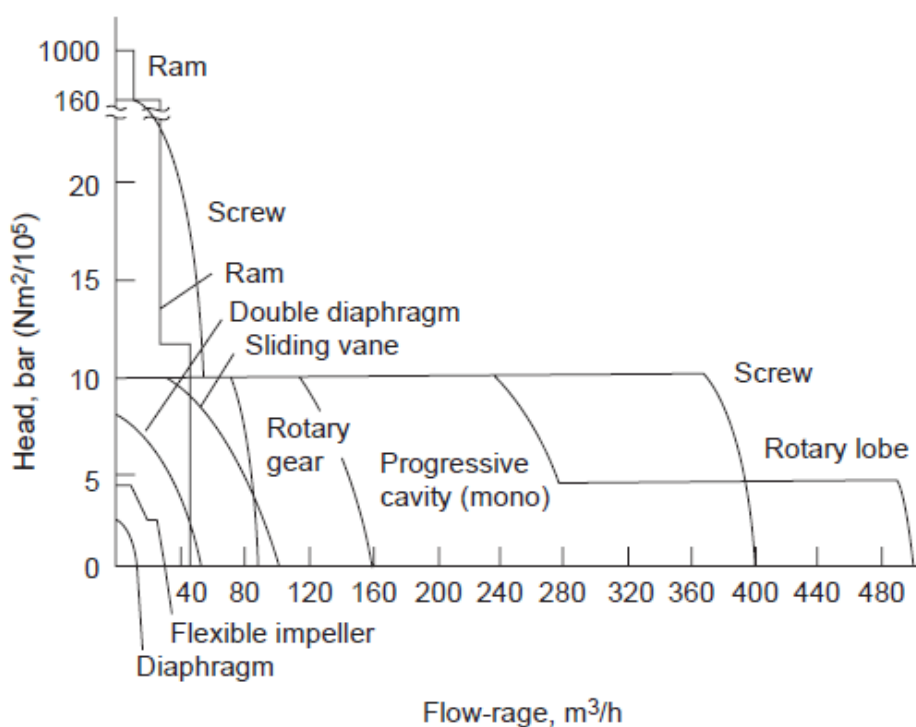


Figura 15. Diagrama ilustrativo para escolha de bombas de acordo com parâmetros de operação. ^[17]

Para poder escolher a bomba certa (tipo e tamanho) é necessário o cálculo de vários parâmetros de operação. Esses parâmetros de operação são calculados com base nas condições antes e depois da bomba. Esses parâmetros são a vazão volumétrica de operação e a diferença de pressão entre a impulsão e a aspiração da bomba. ^[28]

A aspiração é a entrada da bomba, nela são contabilizadas a pressão do recipiente de origem, coluna de líquido desse recipiente, altura do recipiente e a perda de pressão ao longo da tubulação (do recipiente até a aspiração), isso pode ser mostrado na equação a seguir: ^[28]

$$P_{aspiração}(Pa) = P_1 + \rho g h_1 + \rho g h_{L,1} - \Delta P_1$$

Já a impulsão é a pressão logo após a saída da bomba, nela são contabilizadas as pressões da unidade de destino, como mostrado a seguir: ^[28]

$$P_{impulsão}(Pa) = P_2 + \rho g h_2 + \rho g h_{L,2} + \Delta P_2$$

Isso tudo pode ser esquematizado na figura a seguir:

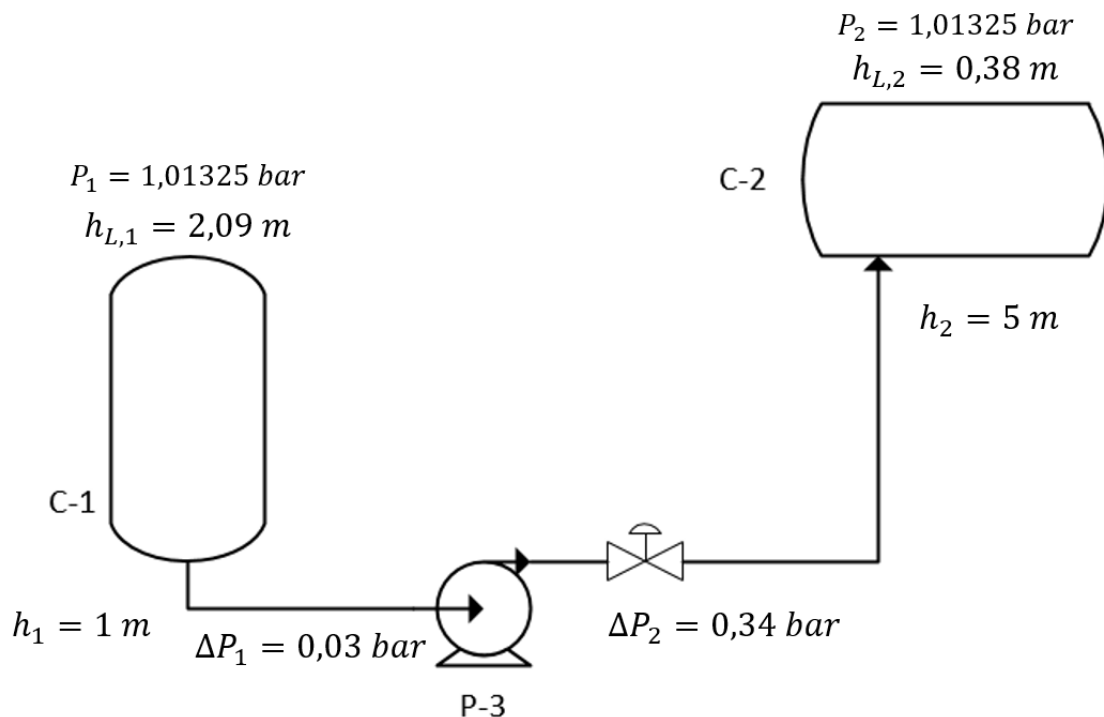


Figura 16. Desenho esquemático do processo para ilustrar a aspiração e impulsão.

Na figura acima temos que a aspiração da bomba P-3 é toda a energia em forma de pressão que ela possui na entrada. Existe a pressão do próprio reservatório C-1 ($P_1 = 1,01$ bar), altura de líquido do reservatório C-1 ($h_{L,1} = 2,09$ m), altura do próprio reservatório C-1 ($h_1 = 1$ m) e a perda de pressão da tubulação ligando C-1 a P-3 ($\Delta P_1 = 0,03$ bar). As alturas de líquido são contabilizadas como coluna de líquido por meio da equação de Bernoulli: [28]

$$P - P_0 = \rho gh$$

O mesmo vale para a impulsão, só que utilizando os parâmetros referentes ao reservatório C-2 e a tubulação entre P-3 e C-2. Uma grande diferença da impulsão e da aspiração é que no primeiro caso a perda de pressão da tubulação é somada, enquanto na aspiração ela é subtraída. Isso é uma questão de interpretação, a aspiração é a energia que o fluido tem ao chegar na bomba, então a perda de pressão faz com que essa energia seja menor, logo, subtrai. Já na impulsão ela é somada porque para que o fluido chegue em C-2 com tal pressão e a uma tal altura desejada, ele tem que ter essa energia e mais um pouco que será “gasta” para poder vencer a perda de pressão da tubulação. Uma analogia é como ir ao shopping comprar um presente de R\$ 50,00, mas para ir lá você leva mais que R\$ 50,00 porque existe o gasto do transporte da sua casa até o shopping.

A diferença de pressão entre a impulsão e a aspiração é chamada de pressão diferencial:

$$P_{dif}(Pa) = P_{impulsão}(Pa) - P_{aspiração}(Pa)$$

Um outro ponto a ser detalhado é que até então utilizamos a pressão absoluta. Em muitos casos são necessárias as pressões relativas de trabalho para poder especificar, a pressão relativa é a pressão absoluta deduzida da pressão atmosférica (1 atm), e pode ser mostrada a seguir:

$$P_{rel}(bar\ g) = P_{abs}(bar) - 1,01325\ bar$$

Além disso, é comum utilizar a unidade kg/cm² em vez de bar ou Pa. Logo:

$$P_{rel} \left(\frac{kg}{cm^2 g} \right) = P_{abs} \left(\frac{kg}{cm^2 a} \right) - 1,03323 \frac{kg}{cm^2}$$

O termo *a* após a unidade significa absolute, enquanto o *g* significa relativo e tem origem da palavra *gauge* que é como os medidores de pressão são chamados e que mede pressão relativa.

No projeto de uma bomba também há a necessidade de se preparar para situações mais adversas como aumento da pressão de aspiração por meio de aumento de pressão da corrente material, aumento de nível de um tanque e etc.. Essa pressão de aspiração máxima pode ser calculada da seguinte forma: [16]

$$P_{asp,max}(Pa) = P_{1,max} + \rho g h_1 + \rho g h_{L,max}$$

Se a unidade de origem for um recipiente, a pressão máxima é a pressão de desenho do equipamento e altura de líquido máxima é altura máxima de líquido no recipiente.

Já a pressão de impulsão máxima pode ser calculada da seguinte forma: [16]

$$P_{imp,max} = P_{asp,max} + 1,2P_{dif}$$

A pressão diferencial é sobre dimensionada em 20% por questão de segurança. Já a vazão utilizada como parâmetro é dada em m³/h. Mas também deve-se especificar a vazão de projeto e a vazão mínima de operação, que podem ser estimadas das seguintes formas:

$$Q_{projeto} = 1,2Q_{normal}$$

$$Q_{min} = 0,6Q_{normal}$$

Após isso é necessário estimar o custo energético de operação da bomba. A potência absorvida pelo fluido é dada pela seguinte equação: [16]

$$Pot_{abs}(CV) = \frac{P_{df} \left(\frac{kg}{cm^2} \right) Q_{projeto} \left(\frac{m^3}{h} \right)}{27,4}$$

O termo 27,4 tem como função servir de constante de proporcionalidade por conta da não compatibilidade das dimensões utilizadas em cada parâmetro. A bomba pode operar em várias condições, sendo que em diferentes condições

existem diferentes rendimentos. Isso tudo pode ser estimado de forma mais precisa por meio da curva da bomba do fabricante, porém isso é deixado para engenharia de detalhe. Nesse caso de engenharia de processos utilizou-se um rendimento baixo para ter uma estimativa mais conservadora, 30%. Isso possibilita calcular a potência necessária para entregue ao eixo de rotação da bomba: [16]

$$Pot_{eixo} (CV) = \frac{Pot_{abs}(CV)}{0,3}$$

As bombas utilizadas na planta são todas acionadas eletricamente, podemos calcular o consumo elétrico da bomba utilizando um rendimento do motor elétrico de 85% (rendimentos de motores elétricos são altos geralmente). [16]

$$Pot_{eletrico}(kWh/h) = \frac{Pot_{eixo} CV}{0,85} \left(\frac{34,6 kWh/h}{46,4 CV} \right)$$

Foi utilizado um fator de conversão para termos a potência em kWh/h para facilitar a estimativa do custo de energia da bomba.

O custo das bombas centrífugas pode ser estimado utilizando a vazão em litros por segundo pela seguinte equação: [17]

$$C(US\$2007) = 3300 + 46(l/s)^{1,2}$$

Os custos das bombas rotativas foram estimados utilizando ferramentas online de estimação de custos de equipamentos industriais.

Em bombas centrífugas o fluido entra no centro do rotor e é empurrado em direção às paredes da bomba, aumentando a pressão no momento do choque. Isso faz com que o centro do rotor seja uma área de baixa pressão. Fazendo uma aproximação grosseira do equilíbrio líquido vapor pela lei de Raoult e a lei de Dalton para somente ilustrar as consequências, temos: [30]

$$y_i = K_i x_i = \frac{p_i^V}{P} x_i$$

Nessa relação o K_i é o coeficiente de distribuição do componente i entre a fase líquida e vapor. Se a pressão diminuir, a concentração na fase vapor aumenta e o fluido pode começar o processo de ebulição, formando bolhas de

vapor no meio da bomba. Essas bolhas se colidem com as pás do rotor provocando erosões e baixo rendimento da bomba, esse fenômeno se chama cavitação. Para isso, é necessário estudar as condições de operação desse processo para saber se há chances grandes ou não de ocorrer cavitação. [28,30]

Isso pode ser feito calculando o NPSH disponível, que significa Net Positive Suction Head, ou Carga líquida positiva de sucção. Isto é, a energia que o fluido tem de fato na sucção da bomba, que pode ser calculado da seguinte forma: [28]

$$NPSH - d (m) = \frac{P_1}{\rho g} + h_1 + h_{L,1} - \frac{\Delta P_1}{\rho g} - \frac{P^v}{\rho g}$$

Assim calcula-se o NPSH-d para saber se ocorrerá cavitação comparando com os valores de NPSH fornecidos pelo fabricante, o NPSH-r (requerido). Para isso: [16,28]

$$NPSH - d > NPSH - r$$

Para engenharia de processos, valores de NPSH-d acima de 3 m são aceitáveis. Caso o NPSH-d tenha um valor muito pequeno, convém elevar mais o equipamento para aumentar o NPSH-d e evitar a cavitação. [16]

15.7. Estratégias de Controle

No diagrama mecânico (P&I diagram) são mostrados como os elementos se situam nos laços de controle da planta. O controle de processos tem como objetivo tornar a planta mais segura e que as condições de operação sejam mantidas para manter a qualidade de produto. [29]

Na literatura existem várias estratégias de controle para os casos da planta em questão. As estratégias utilizadas na planta são baseadas nessas estratégias amplamente utilizadas na indústria e mostradas na literatura. [16,17]

Os trocadores de calor (E-1, E-2, E-4, E-9 e E-10) foram controlados com base na temperatura de saída da corrente de processo, a vazão de saída do fluido térmico (vapor ou água de refrigeração) era controlada por meio de uma válvula de controle. [17]

O leito fluidizado (C-1) é onde ocorre a hidrogenação do nitrobenzeno, uma reação bastante exotérmica, sendo necessário então um controle de temperatura da corrente de saída. Nesse caso a vazão de etileno glicol era regulada por uma válvula de controle para que a temperatura de saída do leito não passasse de 270 °C. [17]

O nível de colunas de destilação (C-4 e C-7) era mantido no nível normal por meio da atuação na válvula da corrente de fundo da coluna. [16]

Nos separadores trifásicos (C-2 e C-5) foram inseridos dois controladores de nível: um para controlar o nível da interface líquido-vapor e um para a interface líquido-líquido. O controle da interface líquido-líquido era um controle de nível atuando na abertura da válvula da corrente de saída do líquido pesado. Já o controle da interface líquido-vapor era feito com base na referência entre a interface líquido-vapor e a líquido-líquido regulando a válvula de saída do líquido leve. Já a corrente vapor era purgada para fora do recipiente pelo topo por meio da abertura da válvula. Essa válvula é atuada ou por um controle de pressão (coluna de destilação com condensador parcial) ou por um controle de vazão (reciclo da corrente gasosa por meio de um compressor).

O controle de bombas (P-1 a P-12, todas) é feito pela atuação de uma válvula após a bomba para ajustar o valor da vazão para o desejado e minimizar os desvios. [16]

O controle dos compressores (K-1 e K-2) é feito pela atuação de uma válvula após o compressor para ajustar o valor da vazão para o desejado minimizar os desvios.

Os refeedores (E-6 e E-8) da coluna têm um controle da carga térmica gerada para a coluna por meio do controle da vazão de vapor utilizada nesses equipamentos. O objetivo é manter o perfil de temperatura constante ao longo da coluna, assegurando a qualidade do produto desejado, já que é controlado pelo equilíbrio termodinâmico. [17]

A qualidade do produto na coluna de destilação (C-4 e C-7) foi feita pelo controle da carga térmica nos refeedores, nível da coluna, é feito um controle

da vazão de refluxo pois é um dos parâmetros de operação mais importantes junto a carga térmica gerada. ^[16]

O controle dos condensadores (E-3, E-5 e E-7) é feito pela pressão, caso não haja saída da região de equilíbrio líquido vapor (condensadores de colunas de destilação), por meio da atuação da válvula na vazão de água de refrigeração. Quando há formação de líquido sub-resfriado, o controle pode ser feito pela temperatura regulando a vazão de água de refrigeração pela válvula. ^[17]

Os recipientes C-3 e C-6 têm como objetivo servir de pulmão e para poder facilitar o controle de processos da planta. O recipiente C-3 se situa entre C-2 e C-4, sendo que C-2 tem a vazão controlada pela altura de líquido e C-4 necessita de uma vazão sempre constante, logo, C-3 é uma medida de garantia para que a coluna C-4 opere a uma vazão de entrada constante mesmo com perturbações no nível de C-2.

O recipiente C-6 tem a mesma função, sua vazão de entrada é originada da saída da coluna C-4, com vazão controlada pela altura de líquido. E a vazão de saída de C-6 é transportada para a coluna C-7 por meio de uma bomba e se deseja vazão constante para não perturbar a coluna.

Por isso, C-3 e C-6 não têm laços de controle, somente indicadores de nível, temperatura e pressão.

16. Referências Bibliográficas

- [1] NGUYEN, M. T. General and theoretical aspects of anilines. In: RAPPOPORT, Z. *The Chemistry of Anilines*. Wiley, 2007.
- [2] KAHL, T., SCHRÖDER, K.-W., LAWRENCE, F. R., MARSHALL, W. J., HÖKE, H. AND JÄCKH, R. Aniline. In: Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. Wiley, 2011.
- [3] MICHAELSON, J. C. Aniline in history and technology. *Endeavor*, v. 17, ed. 3, p. 121–126, 1993.
- [4] BALTER, M. Clothes Make the (Hu) Man. *Science*, v. 325, ed. 5964, p. 1329, 2009.
- [5] ZIDERMAN, I. I. Biblical dyes of animal origin. *Chemistry in Britain*, v. 22, p. 419–421, 454 e 638, 1986.
- [6] GRIFFITHS, J. The Evolution of Present-Day Dye Technology. In: WARING, D. R., HALLAS, G. *The Chemistry and Applications of Dyes*. Plenum Press, 1999.
- [7] SOUSA, M. M., MELO, M. J., PAROLA, A. J., MORRIS, P. J. T., RZEPA, H. S., MELO, J. S. S. A Study in Mauve: Unveiling Perkin's Dye in Historic Samples. *Chemistry: A European Journal*, v. 14, ed. 28, p. 8507–8513, 2008.
- [8] TRAVIS, A. S. Anilines: Historical Background. In: RAPPOPORT, Z. *The Chemistry of Anilines*. Wiley, 2007.
- [9] TRAVIS, A. S. Manufacture and uses of the anilines: a vast array of products and processes. In: RAPPOPORT, Z. *The Chemistry of Anilines*. Wiley, 2007.
- [10] PATAI, S. The Chemistry of the Amino Group. Londres: Interscience Publishing, 1968.
- [11] TRAVIS, A. S. The Rainbow Makers: The Origins of the Synthetic Dyestuffs Industry in Western Europe. Bethlehem: Lehigh University Press, 1993.
- [12] BOUSTEAD, I. *Polyurethane rigid foam*. Eco-Profiles of the European Plastics Industry. *Bruxelas: PlasticsEurope*, 2005.
- [13] MACDIARMID, A. G. *Synthetic Metals: A Novel Role for Organic Polymers*. *Angewandte Chemie International Edition*, v. 40, ed. 14, p. 2581 – 2590, 2001.
- [14] YAN, H., KAJITA, M., TOSHIMA, N. Polymerization of Aniline Using Iron(III) Catalyst and Ozone, and Kinetics of Oxidation Reactions in the Catalytic System. *Macromolecular Materials and Engineering*, v. 287, ed. 8, p. 503–508, 2002.

- [15] TRANSPARENCY MARKET RESEARCH. Aniline Market for Methylene Diphenyl Diisocyanate (MDI) and Other Applications by Insulation, Rubber Products, Consumer Goods, Automotive, Packaging and Other End-uses - Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends and Forecast 2014 – 2020. Estados Unidos, 2014.
- [16] MARTÍNEZ, Antonio *et al.* Metodologías Del Diseño Aplicado y Gestión de Proyectos para Ingenieros Químicos. Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha. 2010.
- [17] TOWLER, G., SINNOTT, R. Chemical Engineering Design: Principles, Practice and Economics of Plant and Process Design. BH. 2008.
- [18] *Principles and Case Studies of Simultaneous Desing*, First Edition, Willian L. Luyben. 2001 John Wiley & Sons, Inc. Published 2011 by John Wiley & Sons, Inc.
- [19] DOUGLAS, J.M. *Conceptual Desing of Chemical Process*, McGraw-Hill, New York, 1988.
- [20] M. S. Peters and K. D. Timmerhaus, *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*, 3d ed, McGraw-Hill, New York, 1969, chap. 5
- [21] KEYNES, John Maynard, citado em *J. M. Keynes's Internal Rate of Return*
- [22] YANG, Wen-Ching. Handbook of Fluidization and Fluid-Particle Systems. Marcel Dekker, 20083.
- [23] LEVENSPIEL, O., KUNNI, D. Fluidization Engineering. Buterworth-Heinemann, 1991.
- [24] WEGERICH, A., POEHLER, G., SPERBER, H., HANS, J. P., inventores; Basf Ag, cessionário. Production of Aniline. United States patent US 3136818 A, 1964.
- [25] CAO, Eduardo. Heat Transfer in Process Engineering. Mc Graw Hill. 2010.
- [26] ÇENGEL. Yunus.; GHAJAR. Afshin. Transferência de Calor e Massa: Uma Abordagem Prática. Mc Graw Hill. 2012.
- [27] COULSON, J. M.; RICHARDSON, I. F., “Chemical Engineering”, 4a ed., v.

2, Butterworth, 1999.

[28] CREMASCO, Marco Aurélio. Operações unitárias em sistemas particulados e fluidomecânicos. São Paulo: Blucher, 2012. 423 p

[29] STEPHANOPOULOS, H. – Chemical process control: an introduction to theory and practice, Prentice Hall, 1984.

[30] SANDLER, S. I., Chemical and engineering thermodynamics, 3rd ed., New York; Chichester, John Wiley & Sons, 1999.

[31] SINNOTT, R. K. *Chemical Engineering Design*. 4. ed. Oxford, UK: Elsevier, 2005. 1055 p. v. 6.

[32] KISTER, H. Z. *Distillation Design*. 1 ed. San Francisco, USA: McGraw-Hill 1992. 701 p.

[31] <http://www.mhhe.com/engcs/chemical/peters/data/ce.html> [22/10/16]

[32] <http://www.matche.com/equipcost/PumpPositive.html> [22/10/16]

[33] <http://www.icis.com/StaticPages/Students.htm> [20/10/16]

[34] <http://www.dolarhoje.net.br/> [25/11/2016, 7h, Brasília]